府谷县弘建煤矿有限公司

府谷县老高川乡弘建煤矿

矿区生态修复方案

（矿山地质环境保护与土地复垦方案）



府谷县弘建煤矿有限公司

2025 年 12 月

府谷县弘建煤矿有限公司

府谷县老高川乡弘建煤矿

矿区生态修复方案

（矿山地质环境保护与土地复垦方案）



申报单位： **府谷县弘建煤矿有限公司**

法人代表： 苏 云

总工程师： 肖圣烈



编制单位： **西安科技大学**

法人代表： 邓军

总工程师： 王念秦

项目负责： 赵 洲

编写人员： 唐 皓 赵 洲 马建全

制图人员： 梁祎卓 范新奇 刘佳乐

矿区生态修复方案（矿山地质环境保护与土地复垦方案）信息表

矿山企业	企业名称	府谷县弘建煤矿有限公司			
	法人代表	苏 云		联系电话	15909280555
	单位地址	陕西省府谷县老高川镇			
	矿山名称	府谷县老高川乡弘建煤矿			
	采矿许可证	☐新申请 ☐持有 ☑变更			
		以上情况请选择一种并打“√”			
编制单位	单位名称	西安科技大学			
	法人代表	邓军		联系电话	029-83858155
	主要编制人员	姓名	签名	职责	联系电话
		赵 洲	赵洲	项目负责	13891819210
		唐 皓	唐皓	技术负责	13759954842
		马建全	马建全	报告编制	18681943447
		梁祎卓	梁祎卓	报告编制	17391795084
		范新奇	范新奇	图件绘制	15978301777
		刘佳乐	刘佳乐	图件绘制	18992951258
审查申请	我单位已按要求编制矿区生态修复方案（矿山地质环境保护与土地复垦方案），保证方案中所引数据的真实性，同意按国家相关保密规定对文本进行相应处理后进行公示，承诺按批准后的方案做好矿区生态修复工作。 请予以审查。 申请单位（矿山企业）盖章 联系人：苏治智　　联系电话：15709229999				

《府谷县弘建煤矿有限公司府谷县老高川乡弘建煤矿矿区生态修复方案（矿山地质环境保护与土地复垦方案）》专家组评审意见

2025 年 9 月 12 日，陕西省自然资源厅邀请有关专家（名单附后）在西安市对府谷县弘建煤矿有限公司委托西安科技大学编制的《府谷县弘建煤矿有限公司府谷县老高川乡弘建煤矿矿区生态修复方案（矿山地质环境保护与土地复垦方案）》（以下简称《方案》）进行了评审。受陕西省自然资源厅委托，省地质环境监测总站组织召开本次会议，会前部分专家到矿山进行了实地踏勘，专家组在听取汇报、审阅方案及附件、附图的基础上，经过质询答辩后，形成如下意见：

一、《方案》完成的工作量满足编制的要求。《方案》收集资料 15 份，完成调查面积 19.85km^2，评估区面积 17.27km^2，地质环境调查点 50 个、土地复垦调查点 23 个。《方案》附图、附表及附件完整，插图及插表齐全，编制格式符合要求。

二、《方案》编制依据充分，治理规划总体部署年限和适用年限合理。依据《府谷县老高川乡弘建煤矿矿产资源开发利用方案（2022 年变更）》、《陕西省府谷县老高川乡弘建煤矿 2022 年储量年度报告》、《陕西省府谷县老高川乡弘建煤矿 2023 年储量年度报告》、《陕西省府谷县老高川乡弘建煤矿 2024 年储量年度报告》，截止 2024 年 12 月 31 日，矿山剩余可采储量 Mt，矿山剩余服务年限为 23.7 年，沉稳期 2 年，管护期 6 年，《方案》规划服务年限为 32 年（2025 年-2056 年），《方案》适用期为 5 年（2025 年-2029 年），《方案》编制基准年为 2024 年，《方案》实施基准期

以自然资源部门公告之日算起。

三、矿山基本情况和其它基础信息叙述完整。矿山为生产矿山，生产规模（拟变更采矿许可证生产规模 1.20Mt/a（现有采矿证生产规模为 0.90Mt/a），采矿许可证证号　　　　　　　　　　，矿区面积 17.2698km^2、开采标高+1245~+1145、批准开采煤层为 1^{-2}、2^{-2}、3^{-1}、3^{-2} 号煤。土地利用现状叙述清晰；矿山属于地下开采，采用综合机械化采煤法，允许地表塌落，根据矿山开采方式和采矿方法，确定矿种系数为 1.4%（煤，煤炭价格≤600 元/吨），开采影响系数为 1.2（允许地表塌落），地区系数为 1.1（陕北地区）。

四、矿区自然地理和地质环境背景叙述正确，评估区重要程度属“重要区”、地质环境条件复杂程度为“复杂”类型、矿山规模属“大型”，据此确定的矿山地质环境影响评估级别为一级是正确的，评估面积 17.27km^2，评估范围适宜。

五、矿山地质环境现状评估和预测评估合理正确。（一）现状评估将评估区划分为严重区、较严重区、较轻区 3 级 7 个区块，其中：2 个严重区，面积 0.194km^2，占评估区 1.12%；4 个较严重区，面积 3.548km^2，占评估区 20.54%；较轻区 1 个，面积为 13.528km^2，占评估区 78.34%。（二）预测评估将评估区划分为较严重区、较轻区 2 级 20 个区块，其中：19 个较严重区，面积 0.445km^2，占评估区 2.57%；1 个较轻区，面积 16.825km^2，占评估区 97.43%。

六、矿山土地损毁预测与评估合理正确，土地损毁的环节和时序叙述正确，已损毁土地现状明确，拟损毁土地预测正确。矿山共计损毁土地面积 1016.61hm^2，其中已损毁土地面积 367.91hm^2，

拟损毁土地面积 994.91hm²，重复损毁土地 346.21hm²。

七、矿山地质环境保护与治理分区原则正确，分区结果合理；复垦责任范围划定合理，土地权属明确。（一）评估区划分为重点防治区、次重点防治区、一般防治区 3 级 26 个区块。其中：2 处重点防治区，总面积 0.194km²，占总恢复治理区面积的 1.12%；23 处次重点防治区，总面积为 3.993km²，占总恢复治理区面积的 23.12%；1 处一般防治区，总面积为 13.083km²，占总恢复治理区面积的 75.76%。（二）复垦区范围由损毁土地、永久性建设用地组成，共计 1023.74hm²，其中损毁土地 1016.61hm²、永久性建设用地 7.13hm²。矿山闭坑后，工业场地等永久性建设用地均不留续使用，复垦责任范围面积 1023.74hm²。

八、矿山地质环境保护与治理恢复可行性分析正确；土地复垦适宜性评价指标体系和评价方法基本正确，复垦适宜性结论合理。

九、《方案》提出的矿山地质环境保护与土地复垦目标与任务明确；对治理与复垦工程内容提出的技术方法可行；治理与复垦工程量明确，具有可操作性。矿山地质环境治理工程主要措施：不稳定斜坡 BP1 治理、不稳定斜坡 BP2 治理、不稳定斜坡 BP3 治理、道路修复、输变电线路修复、井口封堵、设置警示牌及实施监测工程等；土地复垦工程主要措施：拆除清理、土壤重构、植被恢复、配套工程及监测管护等。

表 1 矿山地质环境治理恢复与土地复垦任务表

年度	矿山地质环境治理措施及工程量	土地复垦措施及工程量
第一年	1、不稳定地质体治理：设置塌陷区警示牌 10 块；维修输变电线路（线路①、②、③、⑭及⑮）1814m，加固线塔 7 座； 2、不稳定地质体监测：针对不稳定地质体布置 20 个监测点，其中对不稳定斜坡 BP2 与炸药库开发式治理区西南侧边坡布设 GNSS 自动化监测点 2 个，工业场地设置 2 处自动化雨量监测点与一个地表移动基准观测点，采区（2025 年采掘工作面地表）设置 2 处地表变形监测点；人工巡查不稳定斜坡 BP1 与 BP3、采区道路及输变电线路，人工巡查 36 次； 3、含水层监测：布置 3 口水井，1 口新建水文监测井 160m，共监测水位、水量 48 次，水质取样 16 组，完成水质简分析 8 组，水质全分析 8 组； 4、地形地貌景观与生态系统监测：地形地貌景观高分遥感监测 1 次，监测近期开采沉陷区面积 82.42hm²； 5、水土环境监测：布置水环境监测点 2 处，实施水位、水量监测 24 次，水质取样 8 组，实施水质简分析 4 组，水质全分析 4 组；土环境监测点 2 处，实施土环境监测点取样 8 组，土质分析 8 次	1、对已沉陷损毁土地开展裂缝充填及土地复垦，复垦面积 129.52hm²，其中裂缝充填 7601.53m³，土壤剥覆 19428m³，土地平整 11212.63m³，土壤培肥施用商品有机肥 142410kg，无机肥 21361.5kg，栽植山杏 1340 棵，栽植樟子松 3710 棵，栽植紫穗槐 6700 棵，撒播紫花苜蓿 155.2kg，配套田间道路建造泥结碎石路面 12192.7m²，填筑砂路基 13074.1m²，实施路床压实 14102.4m²，配套生产道路中建造素土路面 12633.4m²，实施路床压实 16159m²； 2、复垦区土地复垦效果监测； 3、管护复垦的旱地面积 29.38hm²，园地面积 2.68hm²，林地面积 10.77hm²，草地面积 69.65hm²。
第二年	1、不稳定地质体治理：维修通长方梁旧村水泥路 7200m²；针对不稳定斜坡 BP1 进行支挡处治，其中基础土方开挖约 200m³，修建浆砌石挡墙约 300m³，设置沥青板伸缩缝约 30m，排水沟 96m³；设置塌陷区警示牌 10 块；维修输变电线路（线路①、②、⑭及⑮）1259m，加固线塔 4 座； 2、不稳定地质体监测：新增 2 处地表变形监测点（2026 年采掘工作面地表），自动化监测地表变形；维持 GNSS 自动化监测设备对不稳定斜坡 BP2 与炸药库开发式治理区西南侧边坡进行长期监测，维持 GNSS 自动化设备对采区地表变形长期监测；人工巡查不稳定斜坡 BP1 与 BP3、采区道路及输变电线路，人工巡查 36 次； 3、含水层监测：利用 4 处监测井，共监测水位、水量 48 次，水质取样 16 组，完成水质简分析 8 组，水质全分析 8 组； 4、地形地貌景观与生态系统监测：地形地貌景观高分遥感监测 1 次，监测近期开采沉陷区面积 90.56hm²； 5、水土环境监测：利用 2 处水环境监测点实施水位、水量监测 24 次，水质取样 8 组，实施水质简分析 4 组，水质全分析 4 组；土环境监测点 2 处，实施土环境监测点取样 8 组，土质分析 8 次。	1、对沉陷损毁土地进行复垦，复垦轻度损毁区 236.00hm²； 2、土地复垦中实施裂缝充填 66474.61m³，土壤剥覆 101532m³，土地平整 20895.33m³，土壤培肥施用商品有机肥 122040kg，无机肥 18306kg，栽植山杏 1345 棵，栽植樟子松 3515 棵，栽植紫穗槐 52400 棵，撒播紫花苜蓿 301.96kg，配套田间道路建造泥结碎石路面 20554.95m²，填筑砂路基 22040.85m²，实施路床压实 23774.4m²，配套生产道路中建造素土路面 20154.1m²，实施路床压实 25778.5m²； 3、复垦区土地复垦效果监测； 4、管护复垦的旱地面积 49.53hm²，园地面积 2.69hm²，林地面积 33.23hm²，草地面积 141.28hm²。

第三年	1、不稳定地质体治理：维修通板深沟水泥路 9200m²；针对不稳定斜坡 BP2 及 BP3 进行支挡处治，其中基础土方开挖约 600m³，修建浆砌石挡墙约 1360m³，设置沥青板伸缩缝约 90m，排水沟 140m³；维修巨亨商砼公司东侧土路 6000m²；维修设置警示牌 5 块；维修输变电线路（线路①、②、⑭及⑮）2324m，加固线塔 10 座； 2、不稳定地质体监测：新增 2 处地表变形监测点（2027 年采掘工作面地表），自动化监测地表变形；维持 GNSS 自动化监测设备对不稳定斜坡 BP2 与炸药库开发式治理区西南侧边坡进行长期监测，维持 GNSS 自动化设备对采区地表变形长期监测；人工巡查不稳定斜坡 BP1 与 BP3、采区道路及输变电线路，人工巡查 36 次； 3、含水层监测：利用 4 处监测井，共监测水位、水量 48 次，水质取样 16 组，完成水质简分析 8 组，水质全分析 8 组； 4、地形地貌景观与生态系统监测：地形地貌景观高分遥感监测 1 次，监测近期开采沉陷区面积 95.36hm²； 5、水土环境监测：利用 2 处水环境监测点实施水位、水量监测 24 次，水质取样 8 组，实施水质简分析 4 组，水质全分析 4 组；土环境监测点 2 处，实施土环境监测点取样 8 组，土质分析 8 次。	1、对开采损毁土地进行复垦，复垦轻度损毁区面积 204.28hm²； 2、土地复垦中实施裂缝充填 11229.74m³，土壤剥覆 28701m³，土地平整 16205.35m³，土壤培肥施用商品有机肥 11870kg，无机肥 16780.5kg，栽植山杏 2640 棵，栽植樟子松 3705 棵，栽植紫穗槐 19960 棵，撒播紫花苜蓿 250.86kg，配套田间道路建造泥结碎石路面 17044.05m²，填筑砂路基 18276.15m²，实施路床压实 19713.6m²，配套生产道路中建造素土路面 17660.1m²，实施路床压实 22588.5m²； 3、复垦区土地复垦效果监测； 4、管护复垦的旱地面积 41.07hm²，园地面积 5.28hm²，林地面积 17.39hm²，草地面积 117.48hm²。
第四年	1、不稳定地质体治理：维修输变电线路（线路①、⑭及⑮）约 1923m，加固线塔 7 座;；设置警示牌 5 块； 2、不稳定地质体监测：新增 2 处地表变形监测点（2028 年采掘工作面地表），自动化监测地表变形；维持 GNSS 自动化监测设备对不稳定斜坡 BP2 与炸药库开发式治理区西南侧边坡进行长期监测，维持 GNSS 自动化设备对采区地表变形长期监测；人工巡查不稳定斜坡 BP1 与 BP3、采区道路及输变电线路，人工巡查 36 次； 3、含水层监测：利用 4 处监测井，共监测水位、水量 48 次，水质取样 16 组，完成水质简分析 8 组，水质全分析 8 组； 4、地形地貌景观与生态系统监测：地形地貌景观高分遥感监测 1 次，监测近期开采沉陷区面积 76.52hm²； 5、水土环境监测：利用 2 处水环境监测点实施水位、水量监测 24 次，水质取样 8 组，实施水质简分析 4 组，水质全分析 4 组；土环境监测点 2 处，实施土环境监测点取样 8 组，土质分析 8 次。	1、对开采损毁土地进行复垦，复垦轻度损毁区面积 92.04hm²； 2、土地复垦中实施裂缝充填 5343.14m³，土壤剥覆 13656m³，土地平整 5440.24m³，土壤培肥施用商品有机肥 39300kg，无机肥 5895kg，栽植山杏 330 棵，栽植樟子松 275 棵，栽植紫穗槐 19700 棵，撒播紫花苜蓿 122.58kg，配套田间道路建造泥结碎石路面 6179.35m²，填筑砂路基 6626.05m²，实施路床压实 7147.2m²，配套生产道路中建造素土路面 6402.7m²，实施路床压实 8189.5m²； 3、复垦区土地复垦效果监测； 4、管护复垦的旱地面积 14.89hm²，园地面积 0.66hm²，林地面积 10.40hm²，草地面积 56.19hm²。

第五年	1、不稳定地质体治理：维修移民村西北侧土路11000m²；维输变电线路（线路⑭及⑮）1570m，加固线塔5座；设置警示牌5块； 2、不稳定地质体监测：新增2处地表变形监测点（2029年采掘工作面地表），自动化监测地表变形；维持GNSS自动化监测设备对不稳定斜坡BP2与炸药库开发式治理区西南侧边坡进行长期监测，维持GNSS自动化设备对采区地表变形长期监测；人工巡查不稳定斜坡BP1与BP3、采区道路及输变电线路，人工巡查36次； 3、含水层监测：利用4处监测井，共监测水位、水量48次，水质取样16组，完成水质简分析8组，水质全分析8组； 4、地形地貌景观与生态系统监测：地形地貌景观高分遥感监测1次，监测近期开采沉陷区面积91.99hm²； 5、水土环境监测：利用2处水环境监测点实施水位、水量监测24次，水质取样8组，实施水质简分析4组，水质全分析4组；土环境监测点2处，实施土环境监测点取样8组，土质分析8次。	1、对开采损毁土地进行复垦，复垦轻度损毁区面积128.75hm²； 2、土地复垦中实施裂缝充填7556.34m³，土壤剥覆19312.5m³，土地平整6384.24m³，土壤培肥施用商品有机肥77520kg，无机肥11628kg，栽植山杏350棵，栽植樟子松10925棵，栽植紫穗槐3720棵，撒播紫花苜蓿180.3kg，配套田间道路建造泥结碎石路面7287.4m²，填筑砂路基7814.2m²，实施路床压实8428.8m²，配套生产道路中建造素土路面7550.8m²，实施路床压实9658m²； 3、复垦区土地复垦效果监测； 4、管护复垦的旱地面积17.56hm²，园地面积0.7m²，林地面积23.71hm²，草地面积77.1hm²。

十、矿山地质环境治理与土地复垦工程总体部署合理、阶段实施计划基本符合实际、适用期年度工作安排基本合理、针对性较强。

十一、根据矿山地质环境保护与土地复垦工程部署、工程量及工程技术手段，参照相关标准进行经费估算，矿山地质环境治理工程、土地复垦工程静态费用分别为7413.82万元、9616.21万元，总费用为17030.03万元，吨煤投资　　元（剩余可采储量　　　　Mt），静态亩均投资6262.14元（复垦责任范围1023.74hm²），经费估算合理。《方案》适用期5年矿山地质环境治理工程和土地复垦工程静态费用分别为1984.36万元、2546.68万元，总费用4531.04万元。适用期各年度矿山地质环境治理恢复与土地复垦费用安排合理。

表 2　矿山地质环境治理恢复与土地复垦费用明细表

年度	矿山地质环境治理费用（万元）	土地复垦费用（万元）	小计（万元）
第一年	353.75	406.75	760.50
第二年	302.02	1040.58	1342.60
第三年	665.01	531.56	1196.57
第四年	339.70	213.81	553.51
第五年	323.88	353.98	677.86
合计	1984.36	2546.68	4531.04

十二、方案提出的各项保障措施和建议基本合理，矿山地质环境治理及土地复垦综合效益的分析可信。

十三、矿山上一期方案经过执行，已完成 2022 年度验收与 2023 度验收，分别于 2024 年 5 月 29 日及 2025 年 1 月 24 日取得府谷县自然资源和规划局验收批复；矿山于 2025 年 6 月 30 日取得榆林市自然资源和规划局适用期验收批复。按照《陕西省矿山地质环境治理恢复与土地复垦基金实施办法》（陕自然资规[2024]1757 号），经审核税务等相关凭证资料，截止 2025 年 8 月 31 日，核定该企业应提取基金　　　　　万元，实际提取基金　　　　　万元，支取基金　　　　　万元，账户剩余基金　　　　　万元。

十四、存在问题及建议

1、加强采空沉陷区的监测，根据开采计划动态调整监测点位；

2、细化近期矿山地质环境治理工程、土地复垦工程及监测工程安排。

综上，专家组同意《方案》通过审查，编制单位西安科技大学按专家组意见修改完善后由府谷县弘建煤矿有限公司按程序上报。

专家组长：[signature]

2025年10月25日

《府谷县弘建煤矿有限公司府谷县老高川乡弘建煤矿矿区生态修复方案
（矿山地质环境保护与土地复垦方案）》评审专家责任表

姓　名	单　　位	职务/职称	专　业	是否同意评审结论	签　字
[illegible]	陕西工程勘察研究院有限公司	正高	水工环地质	同意	[illegible]
[illegible]	陕西投资集团有限公司	正高	地质	同意	[illegible]
[illegible]	中冶勘工北京华宇工程公司	教高	采矿工程	同意	[illegible]
[illegible]	中煤科工生态环境科技公司	高工	地质环境	同意	[illegible]
[illegible]	陕西师范大学	教授	生态修复	同意	[illegible]
[illegible]	长安大学	教授	土地复垦	同意	[illegible]
胡西利	陕西省水利水电勘测设计研究院	高工	工程造价	同意	胡西利

目　录

前　言 1

一、任务由来..1

二、编制目的..2

三、编制依据..2

（一）委托书..2

（二）法律法规..2

（三）政策文件..3

（四）技术标准与规范..5

（五）技术资料..6

四、方案适用年限..8

五、编制工作概况..8

（一）工作程序..8

（二）工作方法..9

（三）质量评述..13

（四）方案可靠性承诺..14

第一章　矿山基本情况 15

一、矿山简介..15

（一）基本情况..15

（二）地理位置及交通情况..15

二、矿区范围及拐点坐标..16

三、矿山开发利用方案概述..17

（一）生产规模..17

（二）地面工程布置..17

（三）批准开采煤层及储量..25

（四）井下工程..26

四、矿山开采历史与现状..29

（一）矿山开采历史..29

（二）矿山开采现状..31

（三）矿山地质环境现状..32

第二章　矿区基础信息......34
一、矿区自然地理......34
（一）气象......34
（二）水文......36
（三）地形地貌......37
（四）植被......38
（五）土壤......39
二、矿区地质环境背景......41
（一）地层岩性......41
（二）地质构造......45
（三）水文地质......45
（四）工程地质......49
（五）煤层地质特征......51
三、社会经济概况......54
（一）府谷县......54
（二）老高川镇......55
四、土地利用现状......56
（一）土地利用类型与数量......56
（二）矿区永久基本农田......58
五、矿山及周边其他人类重大工程活动......59
（一）邻近煤矿......60
（二）村庄......62
（三）工矿企业......64
（四）公路......65
（五）其他......65
（六）煤矿近期开采影响地表建（构）筑物情况......69
六、矿山及周边矿山地质环境治理与土地复垦案例分析......70
（一）上期方案适用期内容及实施情况分析......59
（二）基金提取及使用情况......86
（三）周边煤矿矿山地质环境治理与土地复垦案例分析......87
（四）取得的经验与教训......88

七、绿色矿山建设..90
第三章 矿山地质环境影响和土地损毁评估 91
一、矿山地质环境与土地资源调查概述..91
（一）矿山地质环境调查概述..91
（二）矿山土地资源调查概述..92
二、矿山地质环境影响评估..92
（一）评估范围和评估级别..92
（二）矿山不稳定地质体现状分析与预测..97
（三）矿区含水层破坏现状分析与预测..115
（四）矿区地形地貌景观（地质遗迹、人文景观）破坏现状分析与预测..121
（五）矿区水土环境质量现状分析与预测..122
（六）矿山地质环境影响评估分级与分区..123
三、矿山土地损毁预测评估..127
（一）土地损毁环节与时序..127
（二）已损毁各类土地现状..129
（三）拟损毁土地预测与评估..133
四、生态环境现状与预测..138
（一）植被损毁现状分析与预测..138
（二）野生动物影响现状与预测..140
五、矿山地质环境治理分区与土地复垦范围..140
（一）矿山地质环境保护与恢复治理分区..140
（二）土地复垦区与复垦责任范围..144
（三）土地类型与权属..153
第四章 矿山地质环境治理与土地复垦可行性分析 158
一、矿山地质环境治理可行性分析..158
（一）技术可行性分析..158
（二）经济可行性分析..159
（三）生态环境协调性分析..160
二、矿区土地复垦可行性分析..160
（一）复垦区土地利用现状..160

（二）土体复垦适宜性评价......161
（三）水土资源平衡分析......179
（四）土地复垦质量要求......180
第五章　矿山地质环境治理与土地复垦工程......185
一、矿山地质环境保护与土地复垦预防......185
（一）目标任务......185
（二）保护与预防措施......186
（三）主要工程量......187
二、矿山不稳定地质体治理......188
（一）目标任务......188
（二）工程设计与技术措施......188
（三）主要工程量......203
三、矿区土地复垦......204
（一）目标任务......204
（二）工程设计与技术措施......205
（三）主要工程量......216
四、含水层破坏修复......226
（一）目标任务......226
（二）工程措施......226
五、水土环境防护......226
（一）目标任务......226
（二）工程措施......226
六、矿山地质环境监测......227
（一）目标任务......227
（二）监测设计与技术措施......229
（三）主要工程量......236
七、矿区土地复垦监测和管护......238
（一）目标任务......238
（二）措施和内容......238
（三）主要工程量......242
八、生态系统监测与调查......243

（一）目标任务......243
（二）监测方法......244
（三）监测设计与措施......244
（四）主要工程量......245
第六章 矿山地质环境治理与土地复垦工作部署......246
一、总体工作部署......246
（一）部署原则......246
（二）总体部署......246
二、阶段实施计划......247
（一）近期工作安排（2025~2029 年）......248
（二）中期工作安排（2030~2048 年）......249
（三）后期工作安排（2049~2056 年）......249
三、近期年度工作安排......250
第七章 经费估算与进度安排......256
一、经费估算依据......256
（一）估算依据......256
（二）经费来源......257
（三）经费构成......257
二、矿山地质环境治理工程经费估算......257
（一）估算方法......257
（二）总工程量......261
（三）经费估算......263
三、土地复垦工程经费估算......263
（一）估算方法......263
（二）总工程量......266
（三）经费估算......268
四、总费用汇总与年度安排......268
（一）总费用构成与汇总......268
（二）近期年度经费安排......268
第八章 保障措施与效益分析......276
一、组织保障......276

（一）组织保障要求......276
（二）组织结构......276
二、技术保障......277
三、监管保障......278
四、资金保障......278
五、效益分析......280
六、公众参与......281
第九章　结论与建议......284
一、结论......284
（一）矿山地质环境影响评估......284
（二）矿山土地损毁预测与评估......284
（三）矿山地质环境治理分区与土地复垦责任范围......285
（四）矿山地质环境治理与土地复垦工程......286
（五）矿山地质环境治理与土地复垦经费估算......287
二、建议......287

附图目录

附图 0 弘建煤矿上期方案治理工程完成情况一张图（1：10000）
附图 1 弘建煤矿矿山地质环境问题现状图（1:10000）
附图 2 弘建煤矿矿区土地利用现状图（1:10000）
附图 3 弘建煤矿矿山地质环境问题预测图（1:10000）
附图 4 弘建煤矿矿区土地损毁预测图（1:10000）
附图 5 弘建煤矿矿区土地复垦规划图（1:10000）
附图 6 弘建煤矿矿山地质环境治理工程部署图（1:10000）
附图 7 弘建煤矿适用期（5 年）矿山地质环境治理工程部署图（1:10000）
附图 8 弘建煤矿适用期（5 年）土地复垦规划图（1:10000）

附表目录

1、矿山地质环境现场调查表；
2、土地复垦公众参与调查表。

附件目录

1、方案编制委托书，府谷县弘建煤矿有限公司，2023 年 3 月 27 日；

2、采矿许可证，陕西省自然资源厅，2022 年 5 月 24 日；

3、陕西省矿产资源调查评审中心关于《府谷县老高川乡弘建煤矿矿产资源开发利用方案（变更）审查意见的函》（陕矿评利用函[2022]53 号），2022 年 12 月 13 日；

4、陕西省发展和改革委员会关于府谷县鸿锋煤矿等 17 处煤矿生产能力核定结果的批复（陕发改能煤炭[2022]1647 号），2022 年 9 月 8 日；

5、《陕西省府谷县老高川乡弘建煤矿 2024 年资源储量年度报告》评审意见及评审专家签字表；

6、《陕西省府谷县老高川乡弘建煤矿 2023 年资源储量年度报告》评审意见及评审专家签字表；

7、《陕西省府谷县老高川乡弘建煤矿 2022 年资源储量年度报告》评审意见及评审专家签字表；

8、矿山地质环境治理恢复与土地复垦基金监管协议；

9、上期方案审查公告及评审意见；

10、矿方内审意见及修改说明；

11、编制单位内审意见及修改说明；

12、弘建煤矿地面工程不动产权登记证书；

13、上期方案实施年度验收及适用期验收意见；

14、市、县自然资源主管部门踏勘意见及专家踏勘意见；

15、基金使用情况说明表；

16、基金账户使用余额清单；

17、伙赖沟新村搬迁协议

18、投资估算书。

前　言

一、任务由来

府谷县弘建煤矿有限公司府谷县老高川乡弘建煤矿（以下简称“弘建煤矿”），位于陕西省府谷县西北部，行政区划属府谷县老高川镇管辖。弘建煤矿面积 17.2698 km^2，现持有 2022 年 5 月由陕西省自然资源厅颁发的采矿许可证，生产规模 90 万吨/年，采用井工开采，开采 1^{-2}、2^{-2}、3^{-1} 及 3^{-2} 号煤层。

2019 年 5 月弘建煤矿委托榆林市永安地质工程有限公司编制了《府谷县弘建煤矿有限公司府谷县老高川乡弘建煤矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》，方案编制基准年为 2019 年，适用期为 5 年。

2022 年 9 月陕西省发展和改革委员会下发了《关于府谷县鸿锋煤矿等 17 处煤矿生产能力核定结果的批复》（陕发改能煤炭[2022]1647 号），批复原则上同意弘建煤矿生产能力由 90 万吨/年提高至 120 万吨/年。2024 年 7 月 10 日，榆林市自然资源和规划局组织相关专家和相关部门代表，对弘建煤矿适用期工作进行现场验收，并于 2025 年 6 月 30 日取得验收文件。弘建煤矿上期方案公告之日为 2019 年 5 月 24 日，至 2024 年 5 月 24 日，上期方案即已到期。依据相关规定，矿山方案到期之后需对其进行修编，开展新一期矿山地质环境保护与土地复垦方案编制。

为了预防和治理弘建煤矿在生产过程中产生的土地损毁、保护矿山地质环境，落实《土地复垦条例》、《矿山地质环境保护规定》、自然资源部办公厅（国土资规[2016]21 号）等相关法律法规，更好地指导煤矿落实矿山地质环境治理和土地复垦工作。基于《关于做好矿山地质环境保护与土地复垦方案编报有关工作的通知》（陕国土资环发[2017]11 号）中关于编制矿山地质环境保护与土地复垦方案的有关要求，需对到期方案进行修编。2023 年 4 月弘建煤矿委托我单位编制《府谷县弘建煤矿有限公司府谷县老高川乡弘建煤矿矿区生态修复方案（矿山地质环境保护与土地复垦方案）》。

二、编制目的

1、为促进矿区生态文明建设、绿色矿山建设，规范煤炭开采，避免资源浪费、促进煤炭工业健康发展，有效解决煤炭开发过程中的矿山地质环境破坏及土地损毁，改善矿区生活环境和生态环境，积极贯彻《土地复垦条例》及《矿山地质环境保护规定》。

2、按照“预防为主、防治结合，谁开发谁保护、谁破坏谁治理、谁投资谁受益”及“谁损毁、谁复垦”的原则，保证弘建煤矿落实矿山地质环境保护与土地复垦义务，切实做到煤炭开采与环境保护的协调，实现矿区的可持续发展。

3、结合弘建煤矿实际建设生产情况对评估区地质环境造成的不良影响进行现状和预测评估，制定有针对性的治理措施，遏制、减缓煤炭开发过程中矿山地质环境破坏及土地损毁，保护耕地资源。

4、为矿山企业基金使用和提取提供技术支撑，为自然资源主管部门监督管理矿山企业矿山地质环境保护与土地复垦工作落实情况提供依据。

三、编制依据

（一）委托书

弘建煤矿矿山地质环境保护与土地复垦方案委托书，2023 年 4 月 27 日。

（二）法律法规

1、《地质灾害防治条例》（国务院令第 394 号），2004 年 3 月 1 日；

2、《基本农田保护条例》（国务院令第 257 号），2011 年 1 月 8 日修订；

3、陕西省实施《土地复垦条例》办法（陕西省人民政府令第 173 号），2013 年 12 月 1 日；

4、《中华人民共和国环境保护法》，全国人大常务委员会，2015 年 1 月 1 日；

5、《建设项目环境保护管理条例》，国务院令第 253 号，2017 年 7 月 16 日修订，2017 年 10 月 1 日起实施；

6、《陕西省地质灾害防治条例》，陕西省第十二届人民代表大会常务委员会，2018 年 1 月 1 日；

7、《土地复垦条例实施办法》（自然资源部令第 5 号），2019 年 7 月 24 日；

8、《矿山地质环境保护规定》（自然资源部令第5号修订），2019年7月24日；

9、《土地复垦条例》（国务院令第592号），2019年8月14日修订；

10、《中华人民共和国土地管理法》，全国人大常务委员会，2020年1月1日；

11、《陕西省矿产资源管理条例》，陕西省人民代表大会常务委员会，2020年06月18日；

12、《中华人民共和国土地管理法实施条例》，中华人民共和国国务院令（第743号），2021年7月2日；

13、《地质灾害防治单位资质管理办法》（自然资源部令第8号），2022年10月27日；

14、《中华人民共和国矿产资源法》，全国人大常务委员会，2024年修订。

（三）政策文件

1、财政部、国土资源部关于印发《土地开发整理项目预算定额标准》的通知（财综〔2011〕128号，2011年12月31日）；

2、《关于加强矿山地质环境恢复和综合治理的指导意见》（国土资发〔2016〕63号），国土资源部、工业和信息化部、财政部、环境保护部、国家能源局，2016年07月01日；

3、国土资源部办公厅《关于做好矿山地质环境保护与土地复垦方案编报有关工作的通知》（国土资规[2016]21号），2017年1月3日；

4、陕西省国土资源厅《关于做好矿山地质环境保护与土地复垦方案编报有关工作的通知》（陕国土资环发[2017]11号），2017年2月20日；

5、《陕西省关于加强矿山地质环境恢复和综合治理的实施方案》（陕国土资发[2017]19号），陕西省国土资源厅、省发展和改革委员会、省工业和信息化厅、省财政厅、省环境保护厅，2017年4月；

6、陕西省国土资源厅《关于加快矿山地质环境保护与土地复垦工作的通知》，陕国土资发[2017]39号，2017年9月25日；

7、陕西省国土资源厅《关于做好煤矿地下水监测工作的通知》（陕国土资环发[2018]7号），2018年3月14日；

8、《关于探索利用市场化方式推进矿山生态修复的意见》（自然资规[2019]6号），2019年12月17日；

9、《关于印发陕西省矿山地质环境监测规划的通知》（陕自然资修复发〔2020〕23号），2020年7月1日；

10、关于印发《陕西省矿山地质环境监测规划》的通知（陕自然资修复发[2020]23号）；

11、《关于印发陕西省矿山地质环境综合调查技术要求（试行）的通知》（陕自然资修复发〔2020〕24号）；

12、关于印发《全国重要生态系统保护和修复重大工程总体规划（2021-2035年）》的通知，（发改农经〔2020〕837号）；

13、《关于进一步做好全省矿山生态修复监管工作的通知》（陕自然资修复发〔2021〕29号）；

14、《关于印发〈陕西省恢复植被和林业生产条件、树木补种标准（试行）〉的通知》，陕林策发〔2022〕89 号，陕西省林业局，2022年5月18日；

15、自然资源部关于发布《矿山生态修复技术规范 第1部分：通则》等7项行业标准的公告，自然资源部，2022年7月20日；

16、自然资源部关于做好采矿用地保障的通知，（自然资发〔2022〕202号），2022年12月18日；

17、关于贯彻实施《陕西省实施〈中华人民共和国土地管理法〉办法》的通知，（陕自然资法发〔2022〕16号）；

18、自然资源部、生态环境部、财政部、国家市场监督管理总局、国家金融监督管理总局、中国证券监督管理委员会和国家林业和草原局《关于进一步加强绿色矿山建设的通知》，自然资规[2024]1号，2024年2月27日；

19、关于印发《陕西省绿色矿山建设管理办法》的通知（陕自然资规[2024]3号），陕西省自然资源厅，2024年3月29日；

20、自然资源部《关于学习运用"千万工程"经验深入推进全域土地综合整治工作的意见》，自然资发[2024]149号，2024年8月；

21、自然资源部《全域土地综合整治指南》（试行），自然资发[2024]149号，2024年12月5日；

22、陕西省水利厅关于发布《陕西省水利工程设计概（估）算编制规定》《陕西省水利建筑工程概算定额》（2024 年修正）等计价依据的通知，陕水规计发[2024] 107 号，2024 年 12 月 18 日；

23、《关于持续推进绿色矿山建设的通知》（陕自然资规[2024]1740 号），陕西省自然资源厅、陕西省生态环境厅、陕西省财政厅、陕西省市场监督管理局、陕西省林业局、国家金融监督管理总局陕西监管局、中国证券监督管理委员会陕西监管局，2024 年 12 月 27 日；

24、关于印发《陕西省矿山地质环境治理恢复与土地复垦基金实施办法》的通知（陕自然资规[2024]1757 号），陕西省自然资源厅、陕西省财政厅、陕西省生态环境厅、陕西省林业局，2024 年 12 月 31 日。

（四）技术标准与规范

1、《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）；

2、《崩塌、滑坡、泥石流监测规范》（DZ/T0221-2006）；

3、《人工草地建设技术规程》（NY/T1342-2007）；

4、《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》（DZ/T0223-2011）；

5、《土地复垦方案编制规程》（第一部分：通则、TD/T1031.1—2011）；

6、《土地复垦方案编制规程》（第三部分：井工煤矿、TD/T1031.3—2011）；

7、《土地复垦质量控制标准》（TD/T1036-2013）；

8、《生产项目土地复垦验收规程》（TD/T1044-2014）；

9、《矿山地质环境监测技术规程》（DZ/T0287-2015）；

10、《土地开发整理项目规划设计规范》（TD/T1012-2016）；

11、《土地开发整理项目规划设计规范》（TD/T1012—2016）；

12、《矿山土地复垦基础信息调查规程》（TD/T21049-2016）；

13、《矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南》（国土资源部，2016 年 12 月）；

14、《建筑物、水体、铁路及主要井巷煤柱留设与压煤开采规范》（2017 年）；

15、《土地利用现状分类》（GB/T21010-2017）；

16、《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）；

17、《煤炭行业绿色矿山建设规范》（DZ/T0315-2018）；

18、《行业用水定额》（DB 61/T 943-2020）；

19、《地质灾害危险性评估规范》（GB/T 40112-2021）；

20、《矿区地下水监测规范》（DZT0388-2021）；

21、《陕西省造林技术规范》（DB61/T 142-2021）；

22、《矿山地质环境治理恢复技术与验收规范》(DB61/T1455-2021)；

23、《保水采煤技术规范》（T/GRM 054—2022）；

24、《矿山生态修复技术规范第 1 部分：通则》（TD/T1070.2-2022）；

25、《矿山生态修复技术规范第 2 部分：煤炭矿山》（TD/T 1070.2-2022）；

26、《采矿沉陷区生态修复技术规程》（GB/T42251-2022）；

27、《矿区地下水含水层破坏危害程度评价规范》（GB/T42362-2023）；

28、《矿区地下水动态长期观测技术规范》（KA/T8-2023）；

29、《煤矿土地复垦与生态修复技术规范》（GB/T 43934-2024）；

30、《矿山土地复垦与生态修复监测评价技术规范》（GB/T 43935-2024）；

31、《表土剥离及其再利用技术要求》(GB/T45107-2024)。

（五）技术资料

1、《陕西省府谷县地质灾害详查报告》，西安西科产业发展有限责任公司，2014 年；

2、《府谷县弘建煤矿地质报告》，西安西科产业发展有限责任公司，2018 年 1 月；

3、《府谷县弘建煤矿有限公司府谷县老高川乡弘建煤矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》，榆林市永安地质工程有限公司，2019 年 5 月；

4、《府谷县弘建煤矿有限公司安全现状评价报告》，陕西博达伟业科技发展有限公司，2019 年 9 月；

5、《府谷县老高川乡弘建煤矿矿井水文地质类型划分报告》及评审意见，西安市荣岩地质勘探有限公司，2021 年 9 月；

6、《府谷县国土空间生态修复规划(2021-2035 年)，深圳市北京大学规划设计研究中心有限公司，2021 年 7 月；

7、府谷县弘建煤矿有限公司采矿证（ ），有效期自 2022 年 5 月 24 日至 2027 年 5 月 23 日，2022 年 5 月；

8、《府谷县老高川乡弘建煤矿隐蔽致灾地质因素普查报告》，西安荣岩地质勘探有限公司，2022 年 6 月；

9、《府谷县弘建煤矿有限公司煤矿生产能力核定报告书》及批复，陕西省煤炭科学研究所，2022 年 7 月；

10、《府谷县老高川乡弘建煤矿矿产资源开发利用方案（变更）》，陕西中地人矿业科技有限公司，2022 年 11 月；

11、《府谷县弘建煤矿有限公司煤矿配套洗煤厂升级改造项目地质灾害危险性评估报告》，陕西海鑫矿业工程设计有限公司，2022 年 12 月；

12、《陕西省府谷县地质灾害风险调查评价报告》，西安西科产业发展有限责任公司，2022 年 12 月；

13、《陕西省府谷县老高川乡弘建煤矿 2022 年储量年报报告》，西安市荣岩地质勘探有限公司，2023 年 1 月；

14、《府谷县 2023 年地质灾害防治方案》，府谷县人民政府，2023 年 3 月；

15、《府谷县地质灾害综合防治十四五规划》，府谷县自然资源和规划局，2023 年；

16、《榆林市地质灾害大核查成果》，榆林市自然资源和规划局，2023 年；

17、《府谷县国土空间总体规划(2021-2035 年)》，陕西核工业工程勘察院有限公司，2023 年 6 月；

18、《陕西省府谷县老高川乡弘建煤矿 2023 年储量年报报告》，西安市荣岩地质勘探有限公司，2023 年 12 月；

19、府谷县 2023 年国土变更调查数据库成果（弘建煤矿范围）；

20、府谷县 2023 年基本农田及生态保护红线成果数据（弘建煤矿范围）；

21、《府谷县弘建煤矿有限公司 2025-2029 年开采规划报告》，府谷县弘建煤矿有限公司，2024 年 12 月；

22、《府谷县弘建煤矿有限公司矿山地质环境保护与土地复垦适用期总结报告》（2019-2023），西安晴橙勘察科技有限公司，2024 年 5 月；

23、《陕西省府谷县老高川乡弘建煤矿 2024 年储量年报报告》，西安市荣岩地质勘探有限公司，2025 年 1 月；

24、采掘工程平面图、井上井下对照图等图件资料（2025 年 7 月）。

四、方案适用年限

根据 2022 年 12 月 13 日审批通过的《府谷县老高川乡弘建煤矿矿产资源开发利用方案（变更）》及评审意见可知，煤矿批准开采 1^{-2}、2^{-2}、3^{-1}、3^{-2} 煤层，截至 2021 年底，弘建煤矿设计可采资源储量 万吨；根据《陕西省府谷县老高川乡弘建煤矿 2022 年储量年度报告》、《陕西省府谷县老高川乡弘建煤矿 2023 年储量年度报告》、《陕西省府谷县老高川乡弘建煤矿 2024 年储量年度报告》及相应的评审意见可知，弘建煤矿 2022 年开采量 万吨、2023 年开采量 万吨、2024 年开采量 万吨。故截至 2024 年末，矿井剩余可采储量 万吨。那么按照核定生产能力 120 万吨/年，储量备用系数选择 1.3，计算得其剩余服务年限 23.70 年。考虑到采矿沉稳及闭坑恢复治理期（2 年）及植被管护期（6 年），本方案服务年限 32 年，包括近期 2025-2029 年、中期 2030-2048 年、后期 2049-2056 年。本方案适用年限为 5 年，方案实施基准期以自然资源部门公告之日起算，方案部署年限见表 0.4-1。当矿井扩大开采规模、扩大矿区范围、变更开采方式时，应当修订矿区生态修复方案（矿山地质环境保护与土地复垦方案）。当超出本方案适用年限时应重新编制矿区生态修复方案。

表 0.4-1　方案总体部署年限一览表

名称		总体部署年限	年限（年）
开采期	近期	2025—2029 年	5
	中期	2030—2048 年	19
沉稳及闭坑治理期（后期）		2049—2050 年	2
植被管护期（后期）		2051—2056 年	6
方案服务期		2025—2056 年	32

五、编制工作概况

（一）工作程序

本方案编制按照《煤矿土地复垦与生态修复技术规范》（GB/T 43934-2024）规定的程序进行，方案编制的工作程序见图 0.5-1。

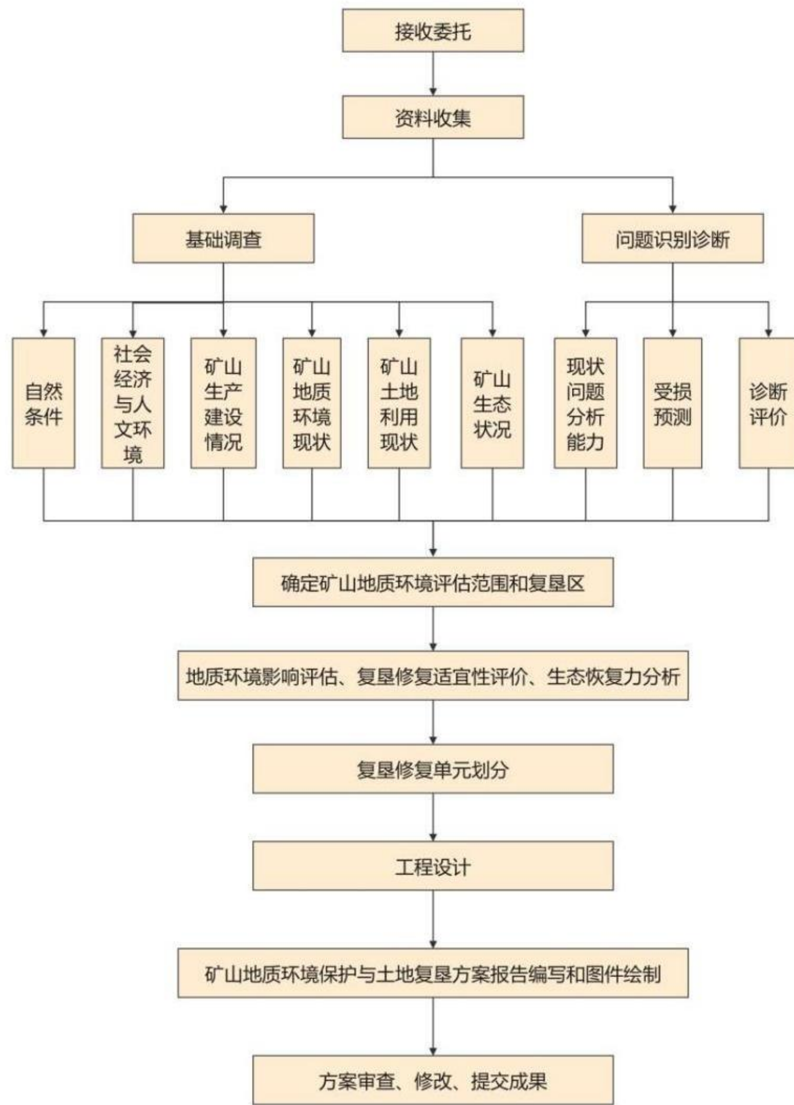


图 0.5-1　工作程序框图

（二）工作方法

根据国务院令第 592 号《土地复垦条例》、自然资源部 2019 年 7 月 16 日修订《矿山地质环境保护规定》和《矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南》、《煤矿土地复垦与生态修复技术规范》（GB/T 43934-2024）中确定的方案编制工作基本要求，工作中首先明确工作思路，熟悉工作程序，确定工作重点，制定项目实施计划。

在资料收集及现场踏勘的基础上，进行矿山地质环境与土地资源利用现状调查；根据调查结果及开发利用方案，进行矿山地质环境影响现状评估、预测评估、不稳定地质体危险性评估及土地损毁情况预测；然后进行土地复垦适宜性评价，确定评估范围及复垦目标、划分评估级别及复垦责任范围；在此基础上，进行矿

山地质环境保护与土地复垦分区，制定矿山地质环境保护与土地复垦工作措施和工作部署，提出矿山地质环境保护与土地复垦工程，制定监测方案并进行工程设计、工程量测算，并进行经费估算和效益分析。根据建设工程特点，本次评估工作主要采用收集资料、现场调查及室内综合分析评估的工作方法。

1、资料收集与分析

在调查前，收集了《府谷县弘建煤矿有限公司府谷县老高川乡弘建煤矿矿产资源开发利用方案》、《府谷县老高川乡弘建煤矿矿产资源开发利用方案（变更）》、《府谷县弘建煤矿有限公司煤矿生产能力核定报告书》和上一期《府谷县弘建煤矿有限公司府谷县老高川乡弘建煤矿矿山地质环境保护与治理恢复方案》等资料，掌握了该煤矿历史开采及煤矿基本情况；收集地形地质图、水文地质图、土地利用现状图等图件作为本次编制工作的底图及野外工作用图；分析已有资料情况，确定需要补充的资料内容；初步确定现场调查方法、调查线路和主要调查内容。

2、野外调查

本次调查中采取现场观察与访问相结合，以 1:10000 地形地质图、土地利用现状图（2023 年底变更数据）为手图，点、线、面相结合；加强地质观察和矿山工程分析，并记好了调查卡片、摄像，把调查主要内容展示在手图上，调查内容主要有：

矿山地面设施占地范围及用地手续办理情况；地质环境问题的分布及发育状况、煤矿开采已损毁土地情况；针对不同土壤和土地利用类型，开挖土壤剖面，采集土壤样本；矿区范围内植被分布及林灌草的优势群落；矿区范围内农业种植及牧业养殖情况；矿区范围内人类工程活动情况；矿区范围内村庄分布及各村人口，以及村民生活条件；矿区范围内的水利工程分布及灌溉设施；依据土地利用现状数据库，调查复核矿区范围内土地权属；上一版《府谷县弘建煤矿有限公司府谷县老高川乡弘建煤矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》实施情况；问卷调查。

3、室内分析计算

分析和评估矿山地质环境问题现状，划定矿山地质环境现状分区；根据开采方式、煤层埋藏条件确定相关参数，计算沉陷值，绘制地面沉陷等值线图；预测

煤矿开采引发的地质环境问题；结合土地利用现状，划分土地损毁程度分区，计算不同煤层、不同时段各地类损毁面积；确定复垦区及复垦责任范围面积，以及各单元拐点坐标；进行矿山地质环境治理可行性分析和土地复垦适宜性评价；针对矿山地质环境问题提出治理措施；结合当地土壤条件提出土地复垦质量要求；对矿山地质环境治理和土地复垦工程进行典型设计；计算工程量，估算工程费用；制定适用期年度实施计划，提出治理费用。

4、方案编制

编写《府谷县弘建煤矿有限公司府谷县老高川乡弘建煤矿矿区生态修复方案（矿山地质环境保护与土地复垦方案）》。编制了府谷县弘建煤矿有限公司府谷县老高川乡弘建煤矿矿山地质环境问题现状图、府谷县弘建煤矿有限公司府谷县老高川乡弘建煤矿矿区土地利用现状图、府谷县弘建煤矿有限公司府谷县老高川乡弘建煤矿矿山地质环境问题预测图、府谷县弘建煤矿有限公司府谷县老高川乡弘建煤矿矿区土地损毁预测图、府谷县弘建煤矿有限公司府谷县老高川乡弘建煤矿矿区土地复垦规划图、府谷县弘建煤矿有限公司府谷县老高川乡弘建煤矿矿山地质环境治理工程部署图，以图件形式反映各类矿山不稳定地质体的分布、土地利用、损毁情况等，以及矿山地质环境的相互关系，并针对矿山开采引起的矿山地质环境问题提出土地复垦规划和矿山地质环境防治工程部署方案。

5、完成工作量

我单位在接到任务后，立即组织专业技术人员开展工作。于 2023 年 4 月 14 日~20 日组织人员开展现场地质环境与土地利用情况调查与资料收集，2023 年 6 月 1 日~10 日以及 2023 年 12 月 8 日~10 日进行了补充调查，调查矿区范围内不稳定地质体、已实施的治理工程、采空区土地损毁情况、复垦治理情况等内容，并根据现场实际就土地复垦方向进行了公众参与调查，随后进行资料整理和报告编制，2023 年 9 月 26 日在府谷县自然资源和规划局完成了内审（照片 0.5-1~0.5-2）。但由于矿方在上期《方案》执行过程中，多数治理工程实施相对较慢，未能及时取得管理部门组织的年度验收和适用期验收批复，导致新一期《方案》未能成功申报。编制方在 2024 年 8 月 1 日~8 日、2025 年 4 月 20 日~25 日及 2025 年 7 月 10~15 日重新对矿区地质环境及土地损毁情况进行了补充调查，依据相关规范重新编制了方案。完成的工作量详见表 0.5-1 及图 0.5-2。



照片 0.5-1 《方案》县局内审



照片 0.5-2 《方案》县局内审

表 0.5-1 现场调查完成工作量一览表

序号	工作内容	分项名称	单位	工程量	备注
1	资料收集	1:10000 标准分幅土地利用现状图	幅	15	J49G018041、J49G019041、含地形地质图、采掘工程图等
		可利用资料	份	15	
2	野外调查	调查面积	km^2	19.85	矿区边界外扩 150m
		调查线路	km	51	沿流域及山梁调查，重点区域采用穿插法调查
		不稳定地质体	处	4	不稳定斜坡、地面沉陷等
		地质环境点	处	20	/
		地形地貌	点	8	/
		村庄调查点	个	8	/
		工矿企业	个	6	/
		含水层调查点	个	4	/
		典型土壤剖面	个	6	林地、草地
		土地利用类型	类	12	/
		压占造成已损毁土地	个	5	主工业场地、生活福利区场地、进场道路、高位水池及道路等
		公众参与调查	份	52	有效回收 51 份
		数码照片	张	265	/
		数码录像	min	25	/

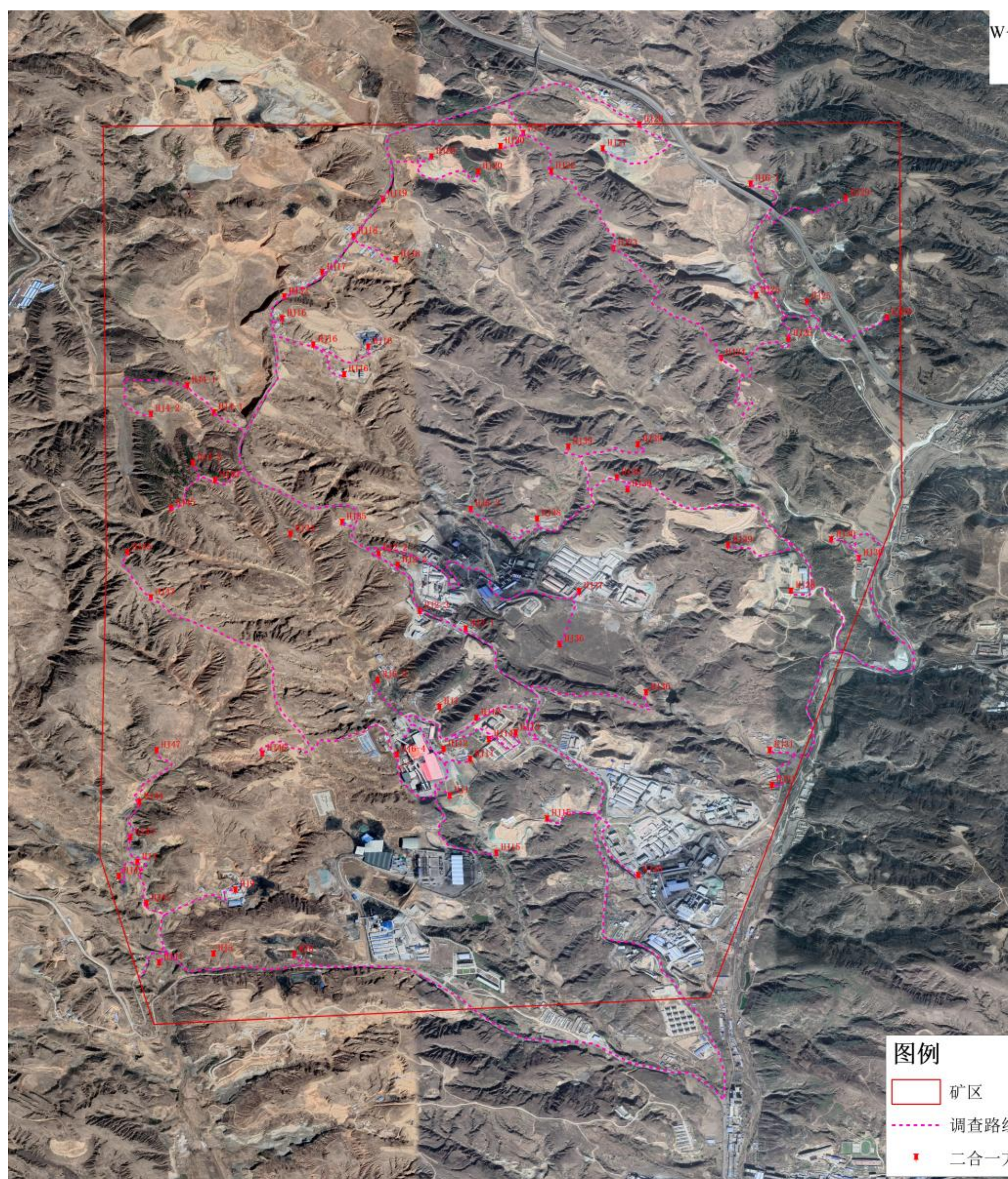


图 0.5-2　现场调查工作路线图

（三）质量评述

编制过程中，所收集资料主要来源于弘建煤矿和府谷县自然资源和规划局，现场资料来自项目组野外调查。收集资料均真实可靠、满足《方案》编制要求，调查用图比例符合规范要求，调查范围，地质环境、土地资源调查点数量、内容等符合规范要求。本方案是在充分收集现有资料和现场调查资料的基础上，以《矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南》、《煤矿土地复垦与生态修复技术规范》（GB/T 43934-2024）及相关技术规范、标准为依据而编写的，符合规范要求，质量优良。

（四）方案可靠性承诺

矿山企业：我公司（府谷县弘建煤矿有限公司）委托西安科技大学开展《府谷县弘建煤矿有限公司府谷县老高川乡弘建煤矿矿区生态修复方案（矿山地质环境保护与土地复垦方案）》编制工作，提供了《开发利用方案（变更）》等相关资料及数据，我公司承诺对方案编制所提供的资料及数据的真实性、科学性负责，并承诺对提供的资料负法律责任。

编制单位：我单位（西安科技大学）收集的资料及数据主要来源于矿山企业（府谷县弘建煤矿有限公司），野外调查数据及资料来自于项目组实地外业调查。我单位承诺对本方案中相关数据的真实性、科学性及结论的可靠性负责。

第一章　矿山基本情况

一、矿山简介

（一）基本情况

1、建设单位：府谷县弘建煤矿有限公司；

2、建设地点：陕西省榆林市府谷县老高川镇；

3、矿区面积及生产规模：17.2698 km^2，0.9Mt/a（核定 1.2 Mt/a）；

4、开采煤层：1^{-2}、2^{-2}、3^{-1}、3^{-2} 煤层；

5、采矿许可证有效期：2022 年 5 月 22 日至 2027 年 5 月 23 日；

6、剩余服务年限：23.70 年；

（二）地理位置及交通情况

弘建煤矿位于陕西省府谷县西北约 85 km 处，地理坐标为东经　　　　　　　，北纬　　　　　　　。行政区划隶属府谷县老高川镇管辖。野(芦沟)~大(昌汗)公路从煤矿中部通过，神(木)~朔(州)、神(木)~包(头)铁路分别从井田南部和西部通过，并与全国铁路网线相连，公路、铁路便利（图 1.1-1）。



图 1.1-1　交通位置图

二、矿区范围及拐点坐标

弘建煤矿采矿许可证号：　　　　　　　　　　　　，面积 17.2698 km^2，生产规模 90 万吨/年（根据陕西省发展和改革委员会对弘建煤矿生产能力核定，批复原则同意其生产能力提高至 120 万吨/年（陕发改能煤炭[2022]1647 号），开采标高+1245 m 至+1145 m。

弘建煤矿西与府谷县瑞丰煤矿和府谷县能东煤矿毗邻、南与府谷县老高川乡宋家圪台煤矿、东与府谷县鸿锋煤矿和府谷县恒益煤矿、北与府谷县亿源煤矿相接（图 1.2-1）。弘建煤矿范围由 7 个拐点圈定，拐点坐标见表 1.2-1。

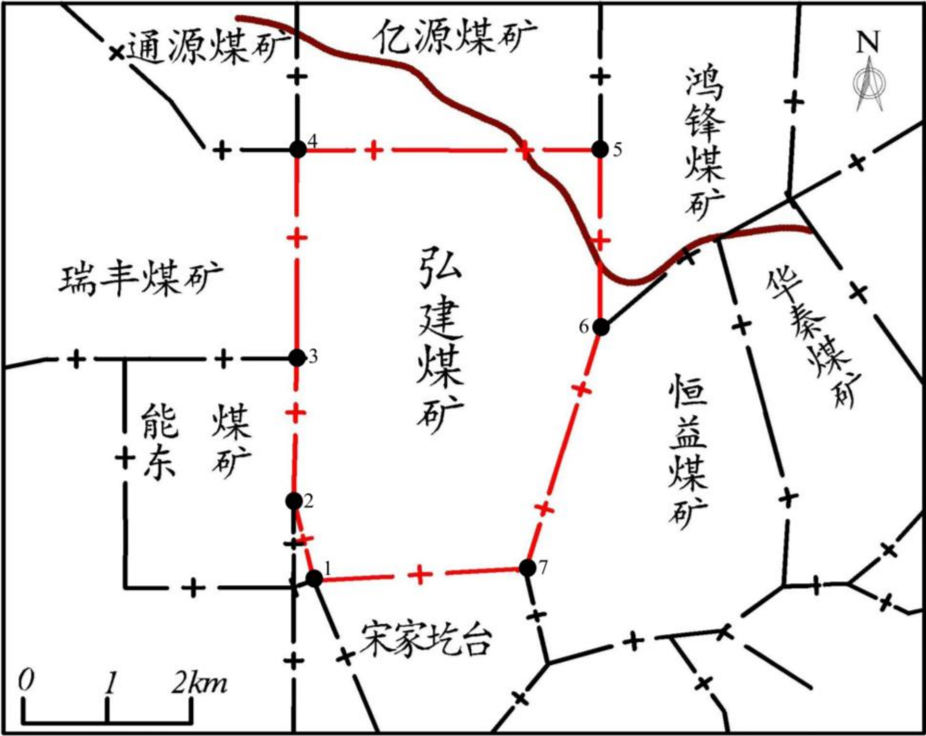


图 1.2-1　弘建煤矿范围及周边煤矿分布图

表 1.2-1　矿区范围拐点坐标一览表（2000 国家坐标）

点号	坐标（X）	坐标（Y）
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		

三、矿山开发利用方案概述

2010 年 3 月《府谷县弘建煤矿有限公司府谷县老高川乡弘建煤矿（整合区）矿产资源开发利用方案》获得批复，矿山现状生产根据《府谷县老高川乡弘建煤矿矿产资源开发利用方案（变更）》（2022 年 11 月）、《府谷县弘建煤矿有限公司煤矿生产能力核定报告书》（2022 年 7 月）等相关技术资料对生产能力略有调整，最新开发利用方案主要变更内容包括矿山生产能力、资源储量及服务年限等。本方案结合开发利用方案及相关变更资料，以煤矿实际建设及生产为编制依据。

（一）生产规模

弘建煤矿采矿许可证生产能力 90 万吨/年，核定生产能力 120 万吨/年。

（二）地面工程布置

弘建煤矿地面建设工程目前大多集中于工业场地，包括主工业场地及生活福利区场地，总占地面积 18.89 hm^2；而生活福利区西北侧前期建设有炸药库及炸药库道路，因采煤方法的改进及安全管理的实行，炸药库目前已撤销，当前作为一处开发式治理工程场地的一部分。再者，由场地外野大公路进入工业场地修建有进场道路，道路大部分位于工业场地内，小部分位于工业场地外；最后在弘建煤矿外门口野大公路东侧斜坡上修建有高位水池以及通水池道路。煤矿地面工程总体布设情况见照片 2.3-1 及图 1.3-1。具体建设工程信息如下：



照片 1.3-1　弘建煤矿地面工程布置（镜向 NE）

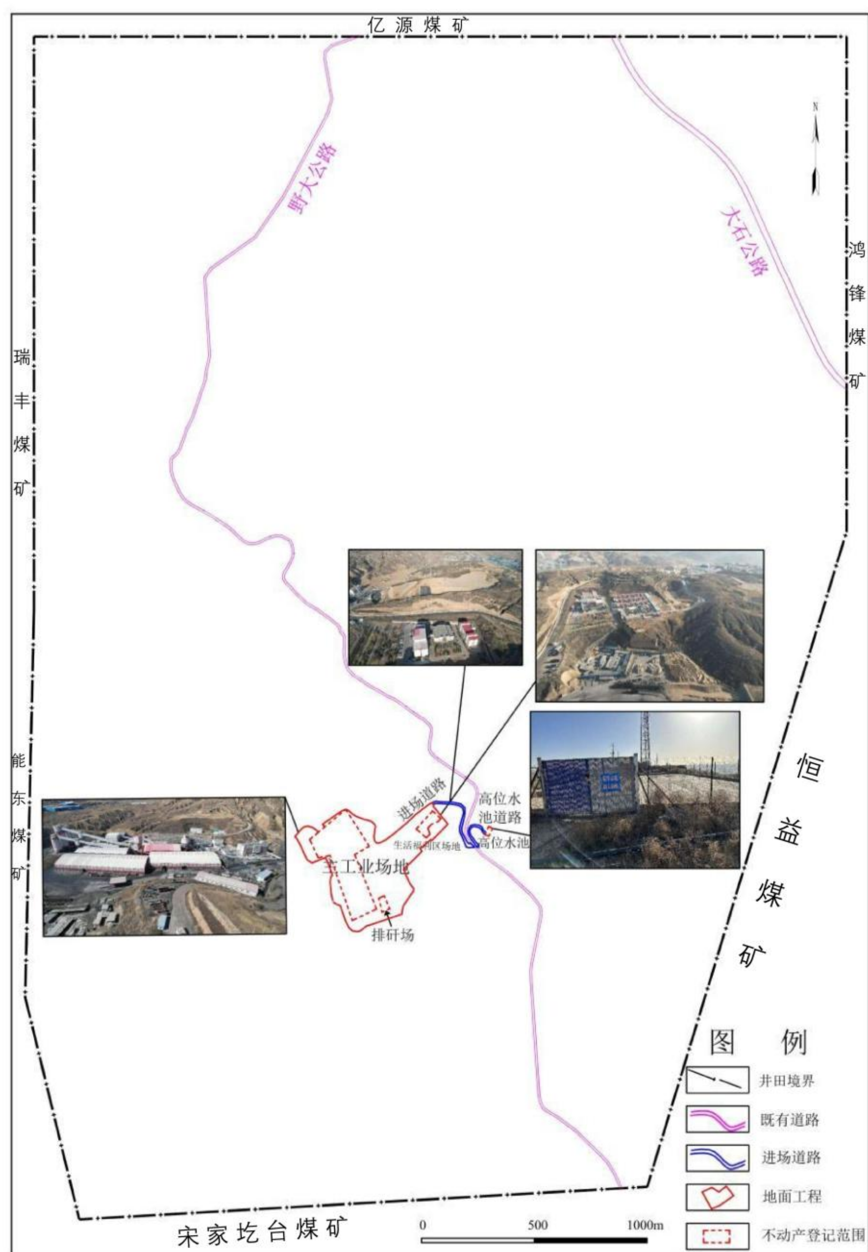


图 1.3-1　弘建煤矿地面工程平面布置图

1、主工业场地

主工业场地位于伙赖沟村南大约 300 m 处的沟谷中，地形较宽缓，自然地形东西高中间低，与外部公路连接容易。主工业场地总平面布置根据各建筑物的功能、性质以及道路系统划分场地为两个区，即生产区、辅助生产区（图 1.3-2 及照片 1.3-2）。主工业场地内不动产登记范围 6.35 hm^2，此外，主工业场地中还登记有一处排矸场，其面积范围约 0.2 hm^2（图 1.3-1）。

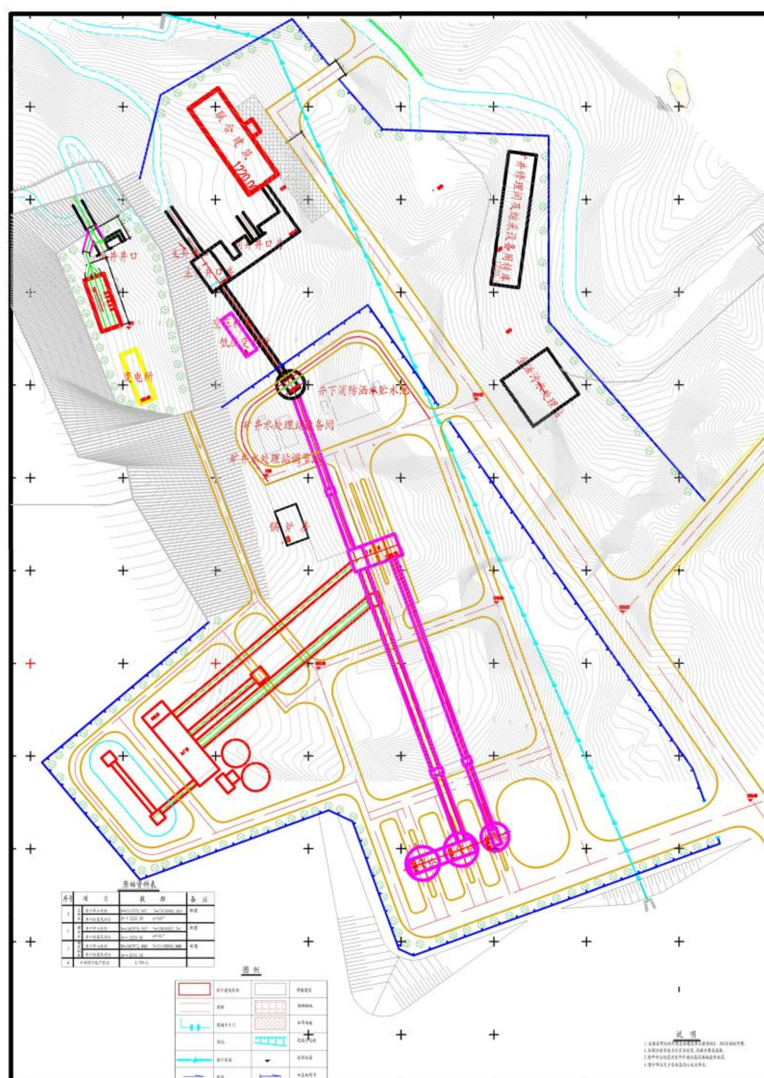


图 1.3-2　弘建煤矿主工业场地平面布置图



照片 1.3-2　弘建煤矿主工业场地各类建构筑物布置（镜向 SW）

生产区：布置在主工业场地西南侧，区内布置有主斜井井口及井口房、缓冲仓、空压机房、筛分车间、大块煤仓、精煤仓、末煤仓、井下水处理站及锅炉房等建构筑物（照片 1.3-3~1.3-6）。在主井井口的西侧布置有回风斜井井口、通风机及变电所（照片 1.3-7~1.3-8）。



照片 1.3-3　主斜井井口及井口房（镜向 NW）



照片 1.3-4　空压机房（镜向 SW）



照片 1.3-5　缓冲仓（镜向 SW）



照片 1.3-6　储煤棚、煤仓及锅炉房等（镜向 SE）



照片 1.3-7　回风井井口及通风机（镜向 NW）



照片 1.3-8　变电所（镜向 NW）

辅助生产区：位于主工业场地的东北侧，区内布置有副斜井井口、联合建筑、矿井机修间及综采设备周转库、生活污水处理站及加油房等建构筑物（照片 1.3-9~1.3-12）。



照片 1.3-9　副斜井井口（镜向 NE）



照片 1.3-10　联合建筑（镜向 W）



照片 1.3-11　综采设备周转库（镜向 NE）



照片 1.3-12　生活污水处理站（镜向 NE）

2、生活福利区场地

布置在主工业场地东部的单独场地内。场地内布置有办公楼、宿舍楼、食堂（图 1.3-3 及照片 1.3-13），布置紧凑有利于生产管理。在空闲场地布置建筑小品、花圃草地，道路两旁种植树木，使之形成清洁、美观、宁静的场地，创造良好的工作环境。生活福利区场地不动产登记面积 0.51 hm^2。

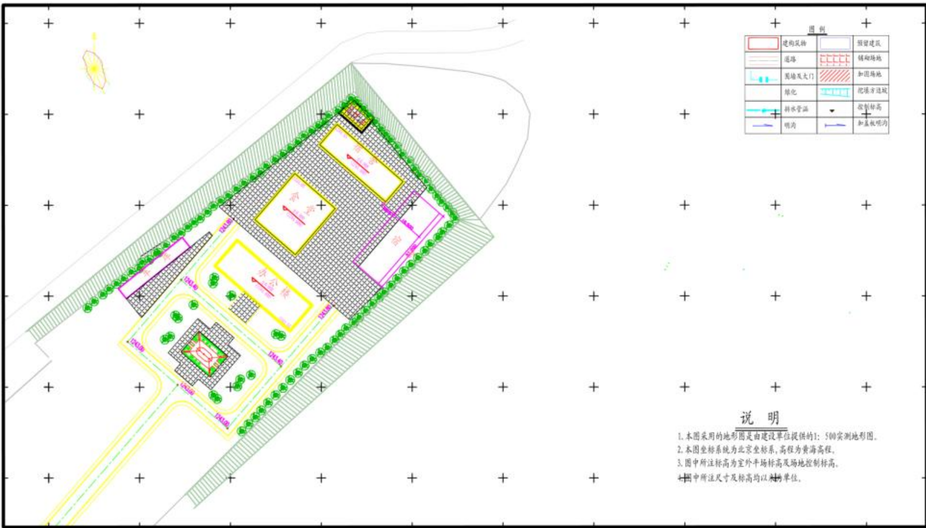


图 1.3-3　弘建煤矿生活福利区平面布置图



照片 1.3-13　生活福利区各建构筑物位置（镜向 NE）

3、炸药库（已废弃）

弘建煤矿原始炸药库位于工业场地东北侧的黄土沟道内（照片 1.3-14），储量为　t。爆破材料的贮存和运送严格按照《煤矿安全规程》中有关规定执行，占地约 0.187 hm^2，炸药库周边 500 m 范围内并无村庄及居民点。在本方案编制前，管理部门核定其生产能力后确定，因采掘工艺变革，井下无爆破作业点，故炸药库依据相关规范已停止使用。炸药库建构筑物现已被拆除，原始场地连同沟道经弃土弃渣后正在实施开发式治理（照片 1.3-15）。



照片 1.3-14　原炸药库（镜向 NE）



照片 1.3-15　现炸药沟道开发式治理（镜向 NE）

4、矿山道路

弘建煤矿矿山道路包括连接野大公路通往工业场地的进场道路以及连接野大公路通往高位水池的道路。进场道路自野大公路西侧弘建煤矿门楼入口起，为厂外三级公路标准，路面宽 7.5 m，路基宽 9.0 m，道路长约 0.65 km，路面结构

采用 25 cm 厚混凝土，道路由煤矿建造并连接野大公路，占地面积约 0.60 hm^2（照片 1.3-16~1.3-17），但经过对比，进场道路有部分路段位于生活福利区场地西北边界处，与生活福利区场地重叠，而处于福利区场地之外的路段约 0.33 hm^2。通高位水池道路则属于临时便道（照片 1.3-18），宽约 4 m，长约 60 m，占地面积约 0.15 hm^2。



照片 1.3-16　进矿道路入口（镜向 NW）



照片 1.3-17　进矿道路（镜向 NW）



照片 1.3-18　通高位水池道路（镜向 NE）

5、高位水池

弘建煤矿高位水池位于煤矿工业场地东大门斜对面的黄土平台（照片 1.3-19），占地面积约 0.07 hm^2。高位水池选址于黄土平台，向下挖掘出长约 30 m，宽约 20 m，深约 3 m 的矩形土坑，然后沿土坑坑壁进行混凝土砌筑，做好防水处理后，顶部由混凝土盖板封闭，进出水管采用预埋 PVC 管的方式进行留设，最终建造成日常可储水约 1500 m^3 的长方形封闭式蓄水池。高位水池建造完成后，在外部设置钢丝网栅栏，防止人员及牲畜进入。

6、排矸场

根据弘建煤矿申请登记的不动产地块，在主工业场地内东南角（图 1.3-1 及

照片 1.3-20）设置了一处排矸场，面积 0.20 hm^2。现场调查未发现排矸场内有矸石堆放。经与矿方沟通，并依据开发利用方案设计，弘建煤矿已与府谷县锦福源工贸有限公司签订协议，出井矸石通过无偿赠送的方式进行消纳。



照片 1.3-19　高位水池（镜向 NE）



照片 1.3-20　排矸场（镜向 SW）

7、地面工程占地

弘建煤矿地面工程总占地面积为 19.44 hm^2 ，其中永久建设占地包括主工业场地、生活福利区场地及高位水池不动产登记范围，面积合计为 7.13 hm^2；临时用地为工业场地非不动产登记范围及矿山道路，面积 12.31 hm^2，各地面工程占地情况详见表 1.3-1。

表 1.3-1　地面工程占地面积表

<table>
<tr><th>序号</th><th colspan="2">用地项目</th><th colspan="2">面积（hm^2）</th><th>用地类型</th><th>用地性质</th><th>征占地情况</th></tr>
<tr><td rowspan="4">1</td><td rowspan="4">工业场地</td><td>工业广场</td><td>6.35</td><td rowspan="4">18.89</td><td rowspan="3">采矿用地</td><td rowspan="3">永久建设用地</td><td>陕(2020)府谷县不动产权第 012:23 号</td></tr>
<tr><td>排矸场</td><td>0.20</td><td>陕(2020)府谷县不动产权第 012:19 号</td></tr>
<tr><td>生活区</td><td>0.51</td><td>陕(2020)府谷县不动产权第 012:21 号</td></tr>
<tr><td>其他</td><td>11.83</td><td>采矿用地、草地及林地</td><td>临时用地</td><td>正在办理用地手续</td></tr>
<tr><td>2</td><td colspan="2">高位水池</td><td colspan="2">0.07</td><td>草地</td><td>永久建设用地</td><td>陕(2020)府谷县不动产权第 012:20 号</td></tr>
<tr><td>3</td><td colspan="2">进场道路</td><td colspan="2">0.33</td><td>草地、交通运输用地</td><td>临时用地</td><td>矿方建设，无用地手续</td></tr>
<tr><td>4</td><td colspan="2">高位水池道路</td><td colspan="2">0.15</td><td>草地</td><td>临时用地</td><td>矿方建设，无用地手续</td></tr>
<tr><td colspan="3">合计</td><td colspan="5">19.44</td></tr>
</table>

（三）批准开采煤层及储量

本井田含煤地层为侏罗系中统延安组，含可采煤层共 4 层，自上而下依次为 1^{-2}、2^{-2}、3^{-1}、3^{-2} 煤层。其中 1^{-2} 煤层在井田大部分遭剥蚀和火烧自燃，残存可采区现分布于井田西北角，面积 0.95 km^2；2^{-2} 煤层在井田南部和东部的各大支沟里遭剥蚀，且原来小煤矿区域大部分被采空，剩余可采区现分布于井田的西南部，面积 8.93 km^2；3^{-1} 煤层在井田的东北部和东部边界有小面积遭剥蚀，为大部分可采煤层，可采面积 14.87 km^2；3^{-2} 煤层在井田的东北部边界有小面积遭剥蚀，剩余可采区现分布于井田的中部及南部，面积 16.38 km^2。截至 2024 年底，该矿未来五年主采煤层为 3^{-1} 煤层及 3^{-2} 煤层。

根据《府谷县老高川乡弘建煤矿矿产资源开发利用方案（变更）》及审查意见可知，截至 2021 年 12 月 31 日，矿井保有资源量　　万吨，其中探明资源量（TM）　　万吨，控制资源量（KZ）　　万吨，推断资源量（TD）　　万吨。《方案》中推断类资源量的可信度系数取 1.0，则矿井工业储量为　　万吨，设计可采储量为　　万吨，剩余服务年限 26.1 年。而由煤矿 2022 年、2023 年及 2024 年储量年度报告评审意见可知，弘建煤矿 2022 年开采量　　万吨、2023 年开采量　　万吨、2024 年开采量　　万吨。故截至 2024 年末，矿井剩余可采储量约　　万吨。

（四）井下工程

1、开拓方式

矿井采用斜井单水平开拓方式，工业场地位于矿井中部伙赖沟内，场地内布置有主斜井、副斜井和回风斜井。

2、水平划分

矿井目前采用单水平开拓全井田。矿井批准开采 1^{-2}、2^{-2}、3^{-1}、3^{-2} 四层煤，1^{-2}、2^{-2} 煤在矿井资源整合期间就已大部分采完，剩余按残采考虑。3^{-1} 和 3^{-2} 煤为主要开采煤层，两个煤层联合布置。水平设置在 3^{-2} 煤层，水平标高+1161 m。

3、开拓大巷布置

主、副斜井落底于 3^{-2} 煤层，回风斜井落底于 3^{-1} 煤层。3^{-1} 和 3^{-2} 煤层采用联合布置方式，在 3^{-2} 号煤层南北向布置有一条主运大巷和一条辅运大巷，在 3^{-1} 号煤层南北向布置有一条集中回风大巷。主运大巷、辅运大巷通过斜巷进入 3^{-1} 号煤层。在二盘区中部沿煤层自西南至东北向布置三条盘区巷道，分别为：3^{-1} 煤二盘区主运大巷、3^{-1} 煤二盘区辅运大巷、3^{-1} 煤二盘区回风大巷，工作面双翼开采。3^{-2} 煤层二盘区大巷采用与 3^{-1} 煤层大巷重叠方式布置。一盘区自 3^{-2} 煤层大巷北部，向北布置一组南北向大巷至 720 m 处，再向西布置一组东西向大巷至井田西部边界，形成一盘区 3^{-2} 煤层开拓系统；3^{-2} 煤层回风大巷通过回风斜巷与 3^{-1} 煤层集中回风大巷连接。大巷之间巷道中心线间距为 30 m，大巷两侧均留设 30 m 的保护煤柱。3^{-1} 煤与 3^{-2} 煤开拓系统布置如图 1.3-4~1.3-5 所示

4、盘区划分及开采顺序

全井田沿集中大巷及野大公路划分成两个盘区，野大公路西侧为一盘区；野大公路东侧为二盘区（图 1.3-6）。盘区开采顺序为：一盘区 3^{-1} 煤层→二盘区 3^{-1} 煤层→一盘区 3^{-2} 煤层→二盘区 3^{-2} 煤层（表 1.3-2）。目前井下一盘区 3^{-1} 煤层已开采结束，正在开拓一盘区 3^{-2} 煤层。当前生产区域为二盘区，开采 3^{-1} 煤层。根据弘建煤矿 2024 年提供的开采规划报告显示，近期 2025~2029 年开采 3^{-1} 煤 23108、23109、23110 及 23114 工作面，同时开采 3^{-2} 煤 13202、13203、23201、23202、23203 及 23204 工作面。中期开采一盘区及二盘区剩余 3^{-2} 煤炭资源，最后回收零星的 1^{-2} 煤及 2^{-2} 煤分散资源。

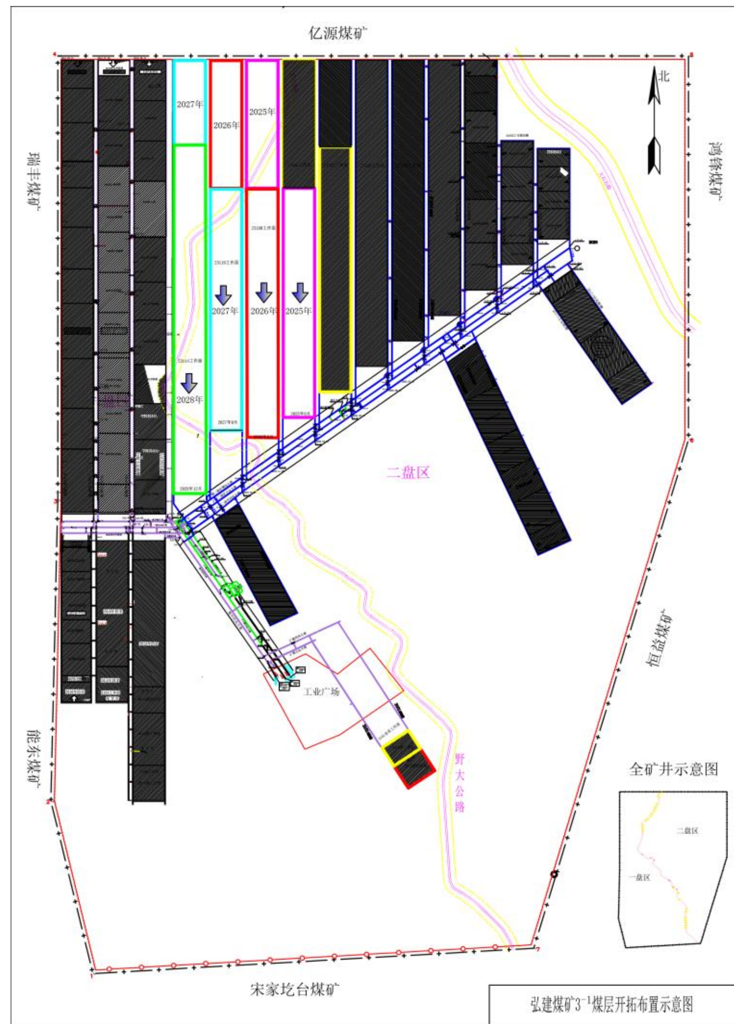


图 1.3-4　弘建煤矿 3^{-1} 煤开拓布置示意图

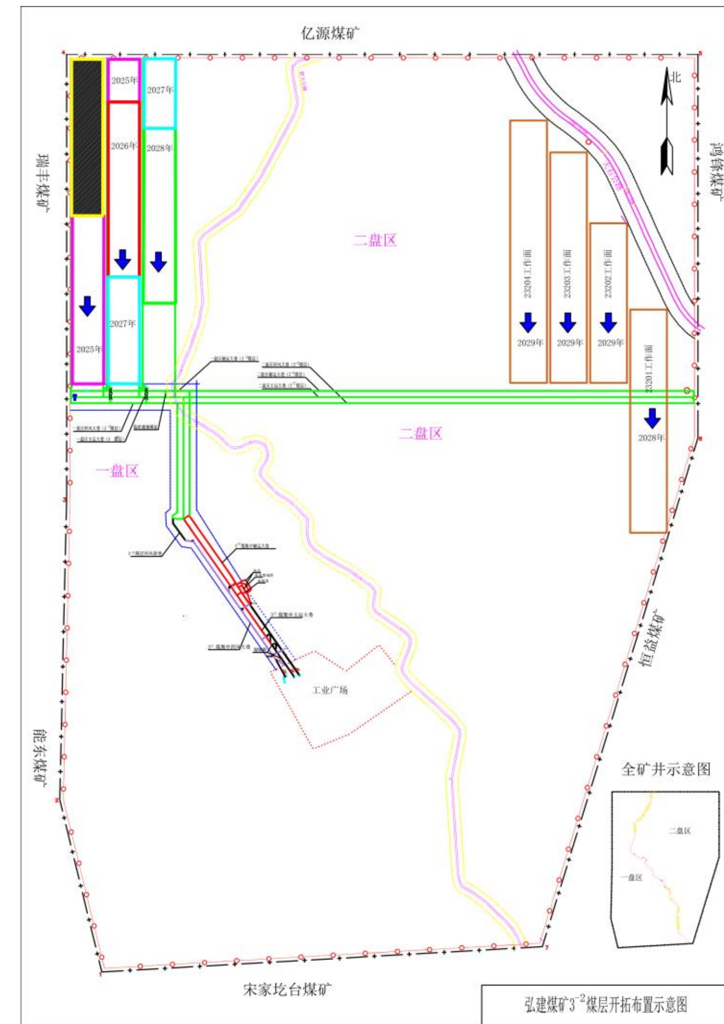


图 1.3-5　弘建煤矿 3^{-2} 煤开拓布置示意图

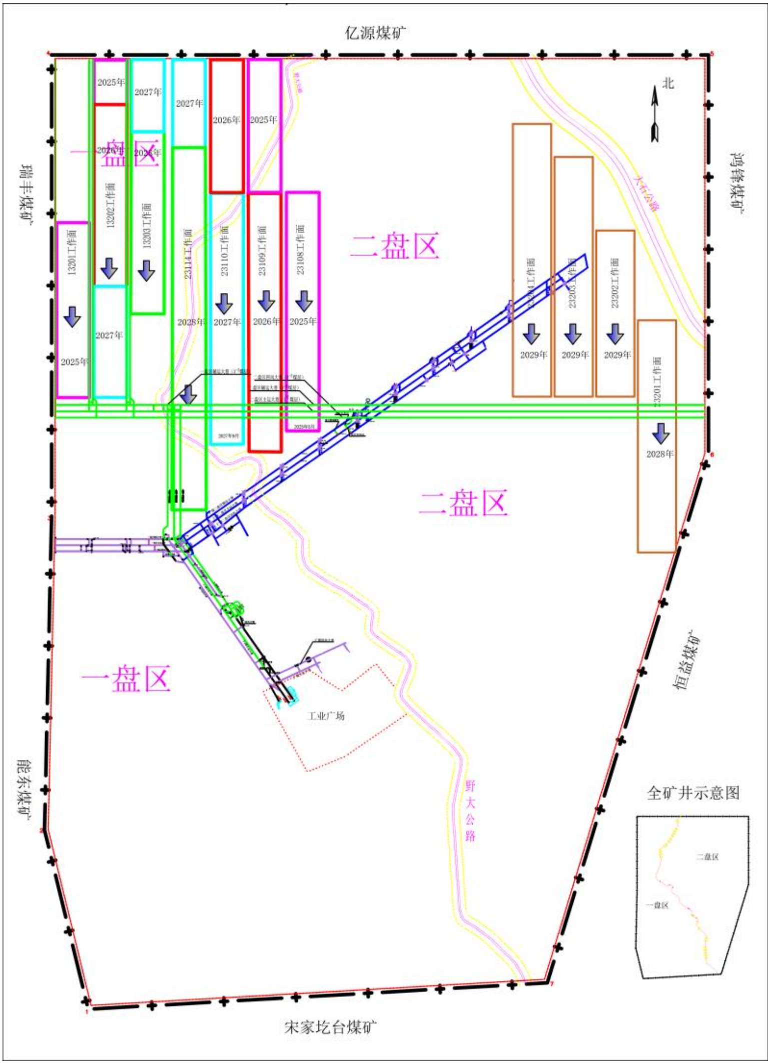


图 1.3-6 弘建煤矿盘区划分及近期(2025-2029 年)采掘工作面布设

表 1.3-2 弘建煤矿盘区开采计划

盘区名称	可采储量(万t)	生产能力(万t/a)	服务年限(a)	接替顺序(a) 5	10	15	20	25	
二盘区3⁻¹煤(4个面)		120	2.4						
二盘区1⁻²煤		120	1.3						
二盘区2⁻²煤		120	3.7						
二盘区3⁻¹煤		120	5.2						
一盘区2⁻²煤		120	2.0						
一盘区3⁻²煤		120	7.5						
二盘区3⁻²煤		120	4.0						26.1

5、采煤方法与工艺

采煤方法为走向长壁综合机械化采煤法,综采回采工艺,采用全部垮落法管理顶板。

6、安全煤柱留设

按照《建筑物、水体、铁路及主要井巷煤柱留设与压煤开采规程》规定对矿井的各类安全煤柱进行留设。

（1）3^{-1}、3^{-2}煤层井田边界留设 20 m 隔离煤柱；

（2）工业场地保护煤柱按 50 m 留设；

（3）水平运输大巷、辅运大巷、回风大巷隔离煤柱按 30 m 留设；

（4）东翼运输巷、辅运巷、回风巷煤柱按 30 m 留设；

（5）采掘工作面顺槽间煤柱按 20 m 留设；

（6）采掘活动范围内的村庄、企业厂房等地物按煤层分别留设了保护煤柱；

（7）野大公路和大石公路按煤层分别留设保护煤柱；

（8）煤矿内以往各个勘探阶段及生产过程中未发现有断距大于 5 m 的断层，不涉及留设断层煤柱；

（9）煤矿范围内主要的沟谷为字峁沟、朱太沟及常房梁沟、伙赖沟，2^{-2}煤层存在隐伏露头留设 40 m 煤柱。3^{-1}和3^{-2}煤留设 35 m 煤柱。

7、工作面参数

考虑到煤层工作面区段划分的合理性以及工作面生产能力，工作面安全可靠性，确定回采工作面长度为 180 m，工作面日推进长度 12 m，工作面回采率达到 0.985。

四、矿山开采历史与现状

（一）矿山开采历史

根据陕西省人民政府《关于榆林市煤炭资源整合实施方案的批复》（陕政函[2007]167 号）显示，弘建煤矿由原府谷县老高川乡字峁沟煤矿南部（北部划拨整合入亿源煤矿）、常兴联营煤矿、华兴煤矿整合而成，另外，原炭窑渠煤矿少部分范围划归本整合区（图 1.4-1）。弘建煤矿整合后矿井设计生产能力 90 万 t/a，2009 年 12 月 30 日开工建设，2012 年 10 月基本建成。2013 年 9 月 18 日，原陕西煤矿安全监察局以陕煤安局发〔2013〕329 号文同意资源整合项目安全设施及条件通过竣工验收。2013 年 12 月 30 日，原陕西省煤炭生产安全监督管理局以陕煤局复〔2013〕164 号文同意资源整合项目通过生产系统及竣工验收，煤矿批

准生产能力为 90 万吨每年。煤矿于 2013 年第四季度开始生产，开采一盘区 3101 工作面 3^{-1} 煤。表 1.4-1 为 2013 年至 2024 年矿井开采工作面情况。2022 年 9 月 8 日，陕西省发展和改革委员会以陕发改能煤炭[2022]1647 号文对关于府谷县鸿锋煤矿等 17 处煤矿生产能力核定结果进行了批复，原则同意弘建煤矿生产能力提高至 120 万吨每年。

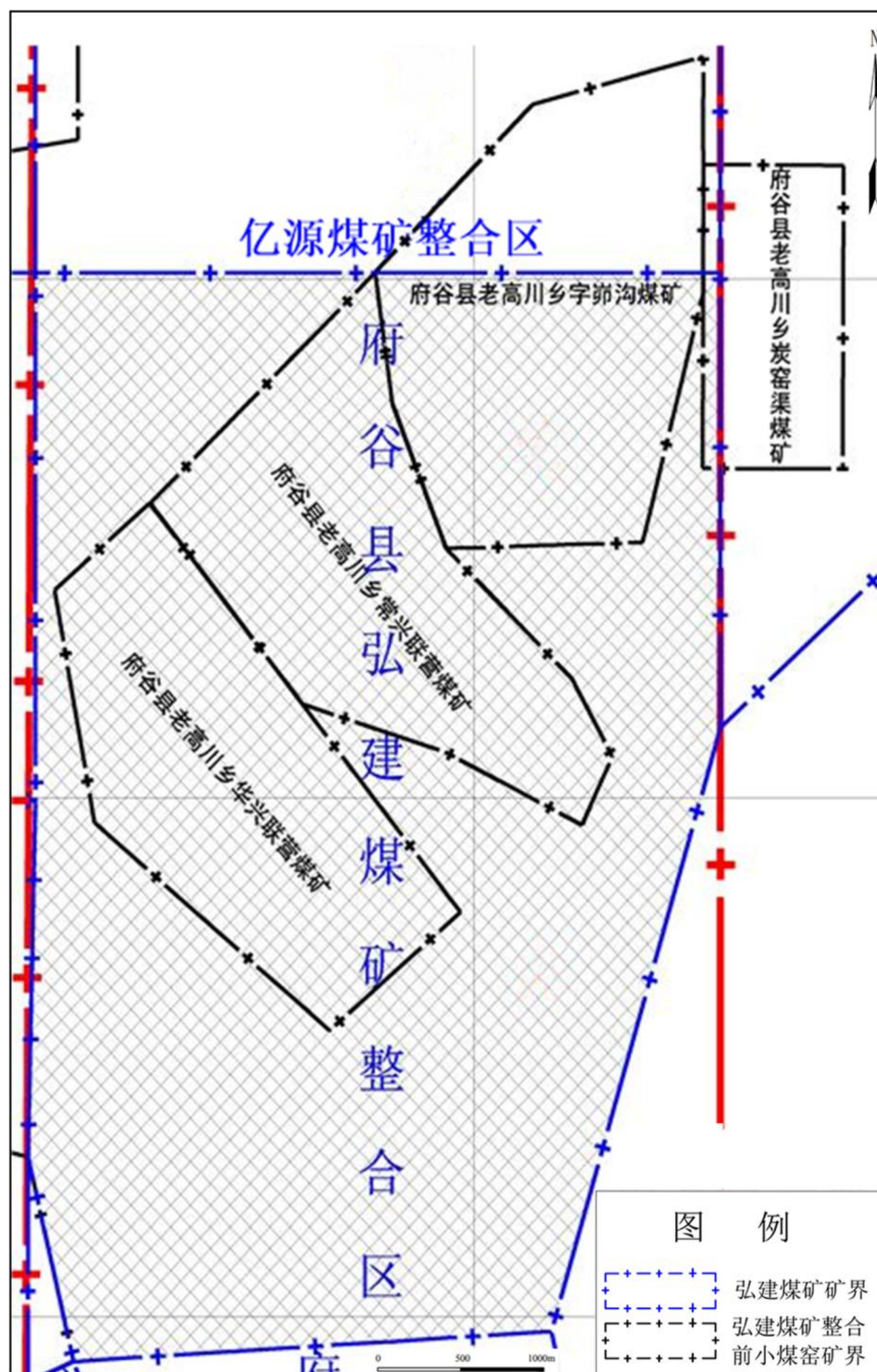


图 1.4-1　弘建煤矿矿权整合示意图

表 1.4-1　弘建煤矿开采工作面历史

工作面	开采煤层	时间	工作面	开采煤层	时间
3101	3^{-1}	2013 四季度-2014 一季度	23111	3^{-1}	2021.09-2021.12
3106	3^{-1}	2014 二季度-2015 三季度	23112	3^{-1}	2022.01-2022.07
3104	3^{-1}	2015 四季度-2016 三季度	23104	3^{-1}	2022.06-2022.12
3102	3^{-1}	2016 四季度-2017 三季度	23113	3^{-1}	2022.10-2022.12
3103	3^{-1}	2018 年	23105	3^{-1}	2023.01-2023.05
3105	3^{-1}	2019.10-2020.08	23106	3^{-1}	2023.05-2023.10
3107	3^{-1}	2020.09-2021.08	23107	3^{-1}	2023.10-2024.04
23101	3^{-1}	2021.04-2021.11	23108	3^{-1}	2024.10-2024.12
23102	3^{-1}	2021.08-2021.11	13201	3^{-2}	2024.04-2024.10
23103	3^{-1}	2021.12-2022.05			

（二）矿山开采现状

根据陕国土资研报[2010]32 号文显示，弘建煤矿于 2010 年 3 月 20 日取得了《府谷县弘建煤矿有限公司弘建煤矿（整合区）矿产资源开发利用方案》审查意见，意见显示矿井设计可采储量 万吨，推荐生产能力 90 万吨/年，服务年限 30.7 年。煤矿于 2009 年 12 月 30 日开工建设，2023 年 12 月通过生产系统竣工验收，2013 年第四季度开始生产。2022 年 5 月 24 日由陕西省自然资源厅颁发了采矿许可证，煤矿面积为 17.2698 km^2，开采规模为 0.90 Mt/a，有效期自 2022 年 5 月 24 日至 2027 年 5 月 23 日，开采深度 1245 m 至 1145 m，开采 1^{-2}、2^{-2}、3^{-1}、3^{-2} 煤层。2022 年 9 月 8 日，弘建煤矿获得《陕西省发展和改革委员会关于府谷县鸿锋煤矿等 17 处煤矿生产能力核定结果的批复》（陕发改能煤炭[2022]1647 号），弘建煤矿生产能力提高至 120 万吨/每年。根据《陕西省府谷县老高川乡弘建煤矿 2024 年储量年度报告》及相关批复，截至 2024 年底，矿井累计查明资源量 千吨，累计动用资源量 千吨，保有资源量 千吨。

煤矿目前处于生产期，近期五年井工开采二盘区 3^{-1} 煤及一、二盘区部分 3^{-2} 煤，二盘区采掘工作面主要包括：23108、23109、23110 及 23114 工作面，一盘区采掘工作面主要包括 13202 与 13203，二盘区开采 23201、23202、23203 及 23204 工作面。

弘建煤矿自前身小煤窑开采及后期整合投产以来，形成了不同区域范围的采空区（图 1.4-2~1.4-3），其中由开采 2^{-2} 煤形成的采空区面积约 4.702 km^2，开采 3^{-1} 煤形成的采空区面积约 4.335 km^2。

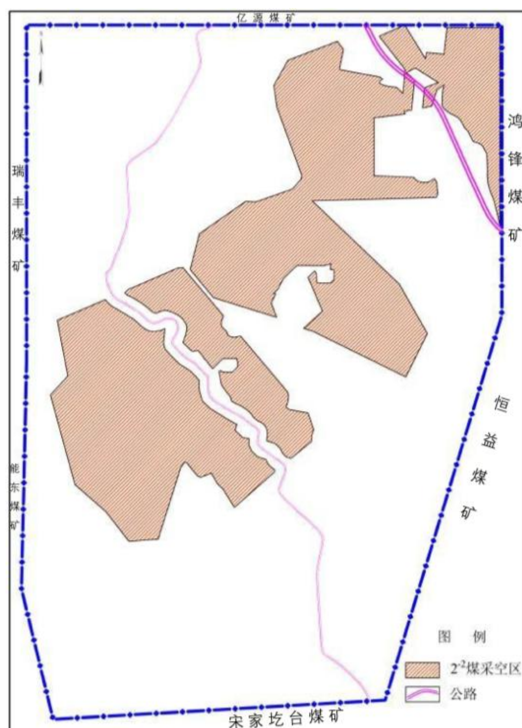


图 1.4-2　2^{-2} 煤层采空区

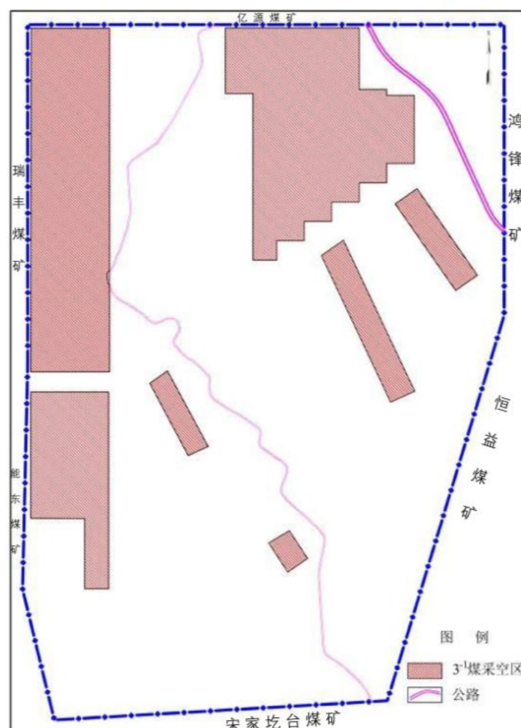


图 1.4-3　3^{-1} 煤层采空区

（三）矿山地质环境现状

根据本次矿山地质环境现状调查，结合《府谷县地质灾害风险调查评价报告》、上一版《府谷县弘建煤矿有限公司府谷县老高川乡弘建煤矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》及《府谷县弘建煤矿有限公司煤矿配套洗煤厂升级改造项目地质灾害危险性评估报告》，评估区共发现不稳定斜坡 3 处及地面沉陷 1 处。其中三处不稳定斜坡发育程度中，危害程度中，危险性中，矿山地质环境影响程度较严重；地面沉陷是由前期采矿形成的采空区引发地面沉陷破坏所致，综合分析其危害程度中，危险性中，矿山地质环境影响程度较严重。矿山前期开采形成的采空沉陷对含水层结构具有强烈影响，故采矿活动对含水层影响和破坏影响程度严重；主工业场地、生活福利区场地、矿山道路对原生地形地貌景观具有强烈影响和破坏，故现状评估工业场地等地面工程建设对矿山地质环境影响严重，而前期采矿活动未对区域地形地貌形成明显的影响和破坏；矿山针对生产生活污水及矿井水分别建设有处理站及相应的处理设施，故现状评估水环境质量受影响程

度较轻，而矸石及生活垃圾处理也遵守相关出矿要求，土环境质量受影响程度较轻。

第二章　矿区基础信息

一、矿区自然地理

（一）气象

府谷县属于中温带干旱大陆性季风气候。年均气温 9.1℃，极端最低气温-24℃，极端最高气温 38.9℃，最热为 7 月份，平均 23.9℃，最冷为 1 月份，平均-8.4℃。府谷温差大，气候多变。根据自然天气季节划分方法，府谷 3 月 26 日~6 月 6 日为春季约 73 天；6 月 7 日~9 月 1 日为夏季 87 天；9 月 2 日~11 月 4 日为秋季约 64 天；冬季 11 月 5 日~3 月 25 日为 141 天。霜期 192 天，府谷气温四季分明，从季节分布看冬季时间长，春、秋季时间较短。

降水量在地域分布上由西北向东南逐渐增大，西北部为寒冷干燥风沙区，年平均降水量 380~400 mm，暴雨少，冰雹多，风沙大。中部为寒冷干燥梁峁沟壑区及河谷阶地区，降水稍多，年平均降水量为 400~440 mm，暴雨少，冰雹大，风多。东南部为寒温半干旱峡谷丘陵区及河谷阶地区，降水为全县之冠，达 440~460 mm。本区暴雨、冰雹、大风比较多（图 2.1-1 为府谷县年均降水量等值线图）。

府谷年平均降水量 428.6 mm，年最大降水量 849.6 mm（1967 年），年最小降水量 220.5 mm（2006 年）（见图 2.1-2），府谷县地处中温带半干旱地区，是 400 mm 降水的边缘地带，降水量不足，年蒸发量 1192.2 mm，相当降水量的 2.5 倍。

府谷县年内降水量变化大，年内降水主要集中在 7~9 月份，占总量的 69%，尤以 8 月份最多，平均为 132.5 mm，约占总量的 25%，并多以暴雨形式出现，易造成洪灾，从而引发各类不稳定地质体失稳。历年降水强度差异很大，如 8 月份最大降水量 404.3 mm（1967 年），最小仅为 24.1 mm（1997 年）。12 月份降水量最小平均为 2.4 mm（图 2.1-3）。降水强度各地不一，府谷境内日最大降水量达 181.8 mm，时最大降水量 53.5 mm，10 min 最大降水量 16.7 mm，连阴雨最长时间 14 天，最短时间 2 天，连阴雨最大降水量 182.2 mm，最小降水量 0.3 mm。暴雨年平均次数 0.7 次，即 5 年 4 遇，年暴雨最多次数 3 次。

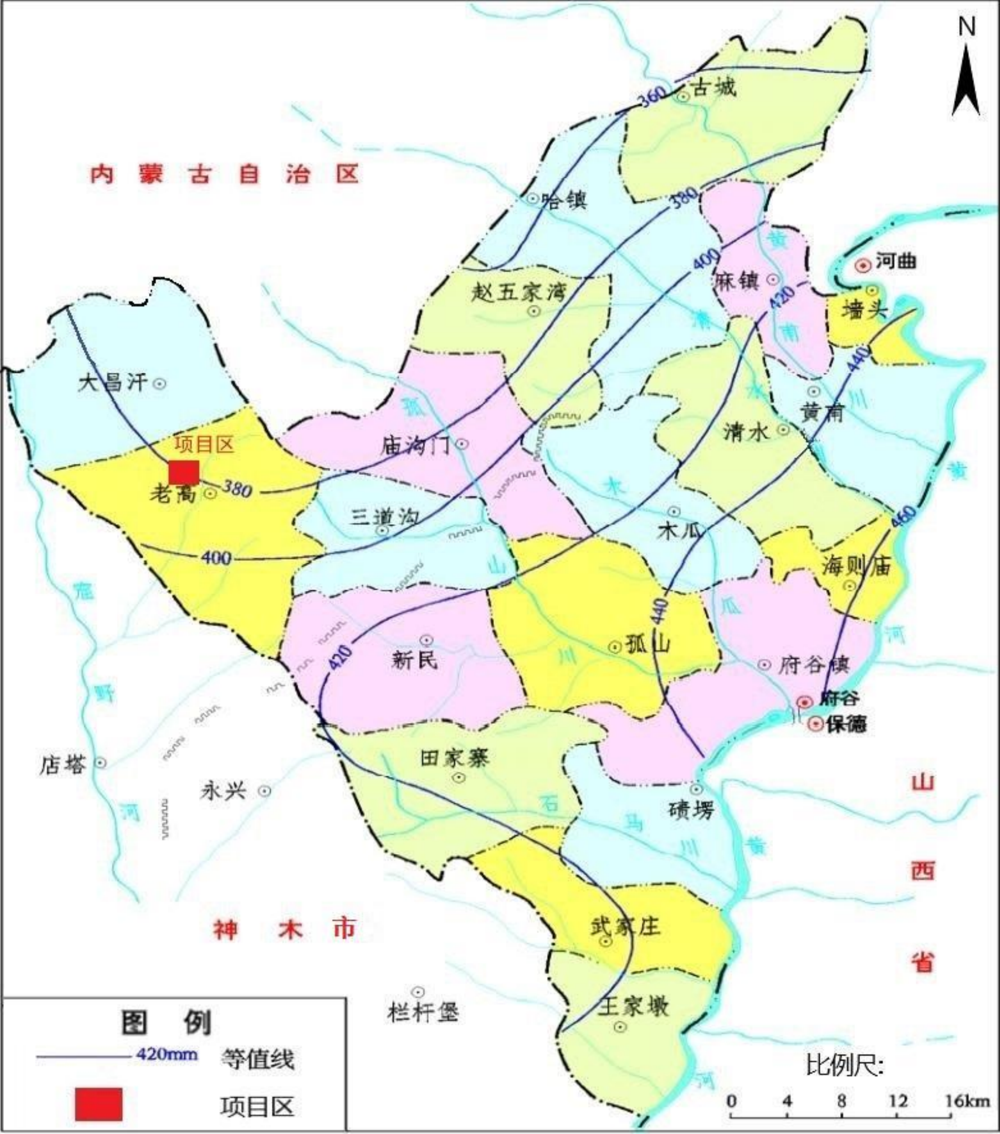


图 2.1-1　府谷县年降水量等值线图

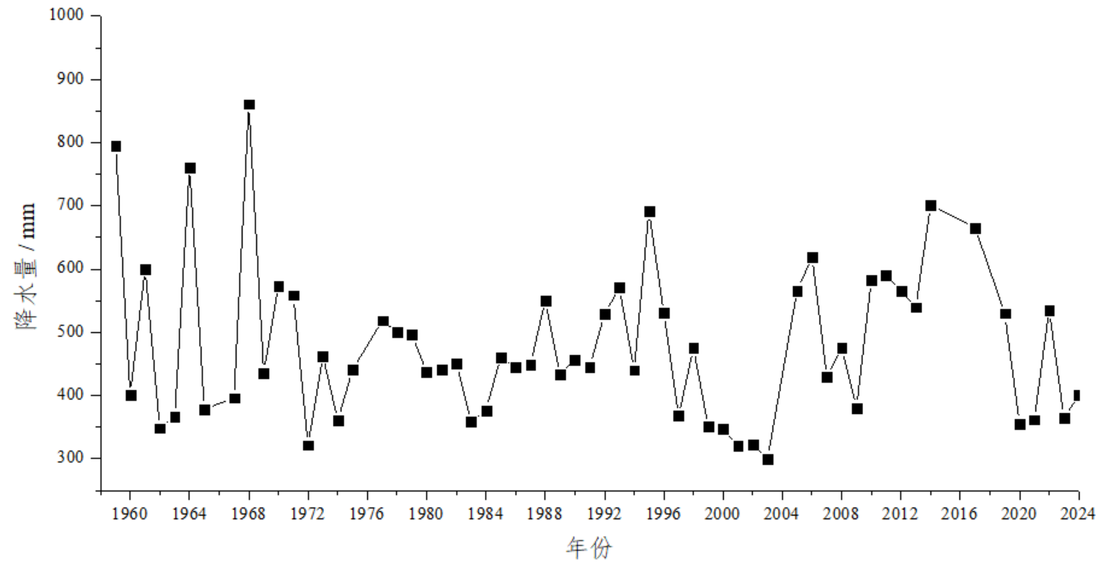


图 2.1-2　府谷县年降水量曲线图（1959~2024）

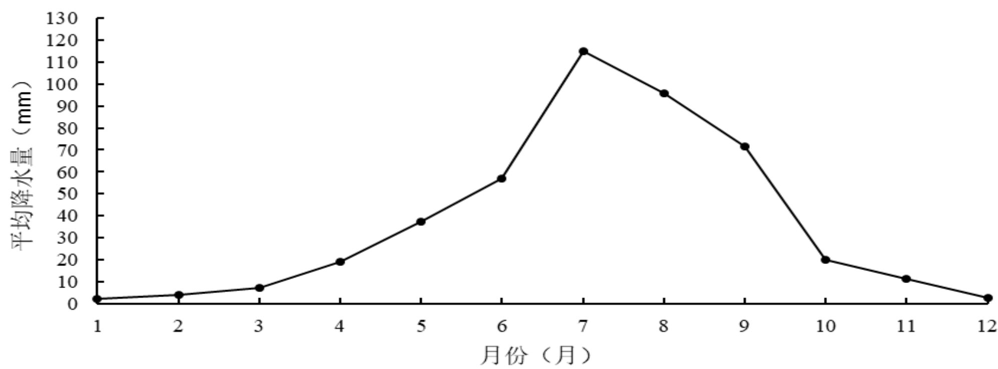


图 2.1-3　府谷县月降水量曲线图

（二）水文

弘建煤矿东部边界一带有大板兔川自北东往南西流经而过，流长 29 km，矿区字峁沟、朱太沟、常房梁沟、伙赖沟、板深沟均汇入该河（图 2.1-4）。大板兔河流量不大，每年枯水季节基本处于断流状态，而在丰水期才形成径流，丰、枯水季节流量悬殊很大。暴雨季节大板兔川是煤矿的泄洪渠道，该河西南流至石窑店汇入悖牛川。据当地老百姓介绍，字峁沟、朱太沟、常房梁沟、伙赖沟、板深沟平常无水，仅在雨季才形成地表径流。

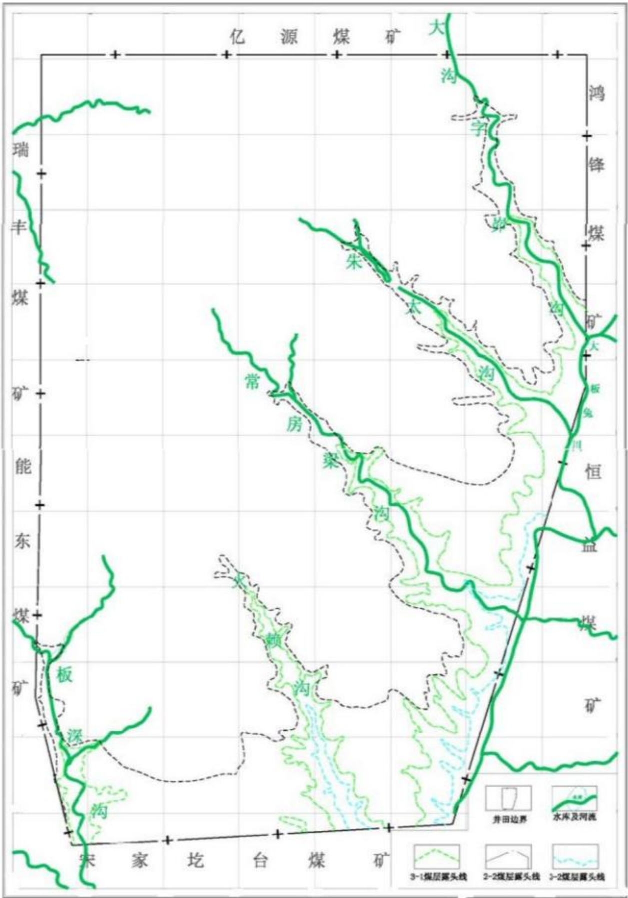


图 2.1-4　弘建煤矿地表水系分布示意图

（三）地形地貌

弘建煤矿所在区域地势西北高而东南低，地形破碎，沟谷发育，多是呈西北向东南方向降低（图 2.1-5）。区内最高处位于与伙赖沟与板深沟间梁峁顶部，海拔 1360 m，而最低处位于东南边界大板兔川河谷，海拔 1150 m，相对高差 210 m，地形切割较为强烈。

煤矿所在区域地貌形态以黄土梁峁沟壑区为主（照片 2.1-1~2.1-3）。梁峁顶部较为平缓，并以 10°~20° 的坡度向沟谷倾斜。一般沟深 80~100 m，沟谷边缘线以下谷坡较陡峻，坡度约 60°~80°，沟谷底部较平坦，两侧陡峭，局部呈陡崖。

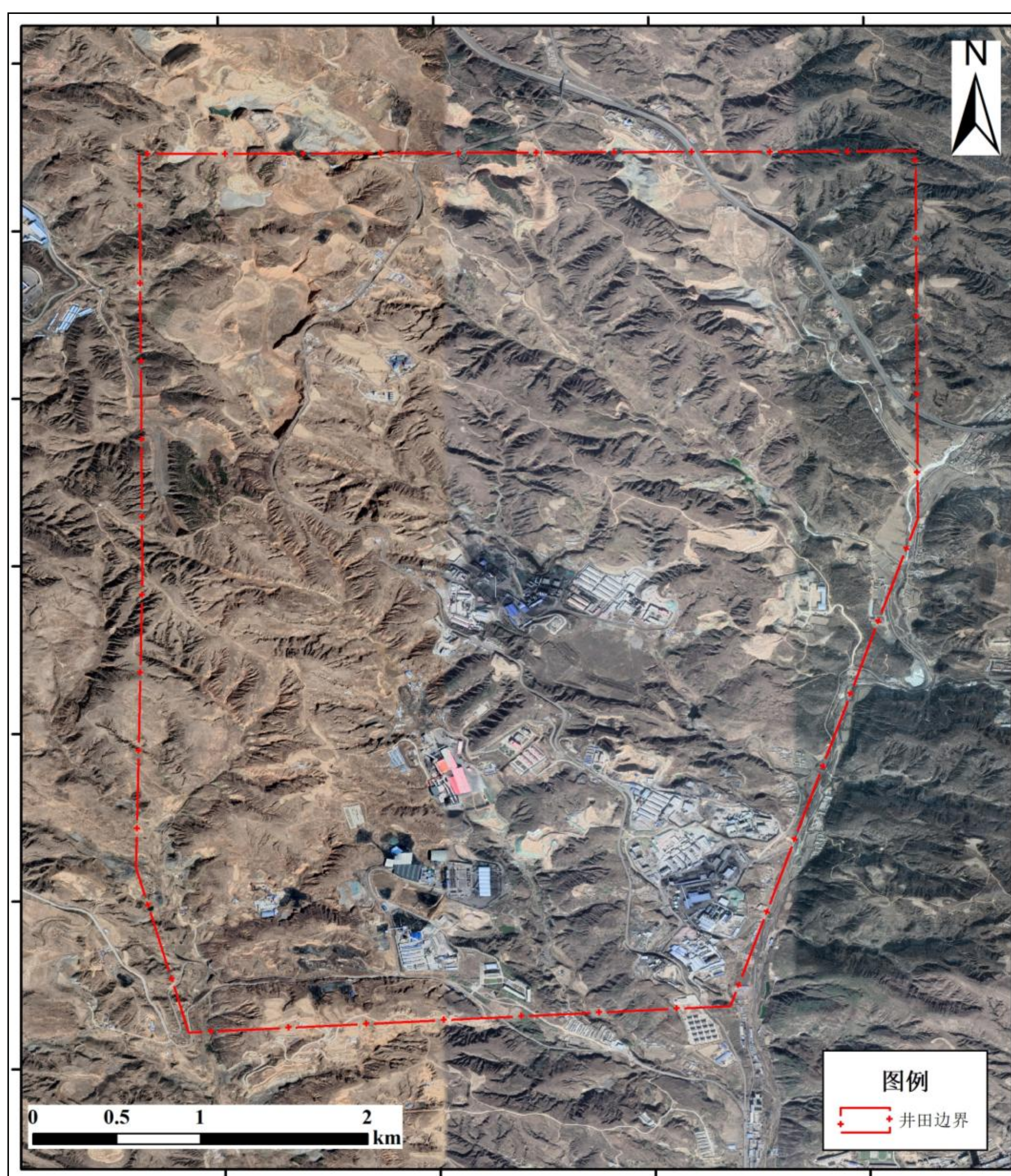


图 2.1-5　弘建煤矿矿区遥感影像



照片 2.1-1 黄土梁峁沟壑地貌（镜向 NW）



照片 2.1-2 黄土梁峁沟壑地貌（镜向 SW）



照片 2.1-3 矿区工业场地附近地貌（镜向 N）

（四）植被

矿区属于典型草原类型过渡的地带性植被区，植被类型以百里香、丛生禾草草原为主，一年一熟粮食作物次之，柠条、沙柳等沙生植被面积较小。

野生植物多为旱生和沙生品种，常见的有 60 科 500 余种，有白沙蒿、黑沙蒿、沙蓬、沙竹等半灌丛和草群。

乔木大多是人工栽植，主要有杨、柳、榆、刺槐、油松、油松、侧柏等。另外，在河谷、低山丘陵间有少量耕地，种植的农作物主要有高粱、玉米等，油料作物主要有向日葵、大麻、蓖麻等。

区内没有国家珍稀保护的植物物种。主要植被类型、特征及分布见表 2.1-1，典型植被类型见照片 2.1-4~2.1-5。

表 2.1-1　矿区范围内植被类型、特征及分布

序号	植被类型	特征	分布
1	干草原植被	建群植物主要为针茅属的长芒草，百里香属的百里香，甘草属的甘草等，均是较好的牧草	广泛分布于黄土沟壑地区的梁峁顶、沟坡及少量覆沙的沙区黄土梁上
2	落叶阔叶灌丛	灌丛主要有柠条、沙棘、马茹茹、黑格兰、酸枣等群系	大部分分布在黄土沟壑区和沙区的黄土梁地
3	沙生植被	沙生植物主要有沙竹、籽蒿、油蒿、沙蓬、沙芥、沙柳等。由于受沙漠自然环境的影响，草原类型的植被逐渐退缩，沙地植被随沙进袭，但沙丘稳定后，原生长在黄土上的植物如柠条、酸枣、沙棘、长芒草等又重新生长，形成沙化草原	主要分布在风沙区的流动、半固定和固定沙丘上
4	人工植被	栽培的乔、灌木树种有：水桐、青杨、箭杆杨、杂交杨、旱柳、垂柳、龙爪柳、红柳、榆、刺槐、紫穗槐、柠条、花棒、踏郎、臭椿、桑、花椒、核桃、红枣、苹果、海红子、海棠、沙果、槟子、梨、杏、桃、葡萄等，主要农作物有高粱、玉米、糜子、谷子、小麦、荞麦、豆类、马铃薯等	分布于全区



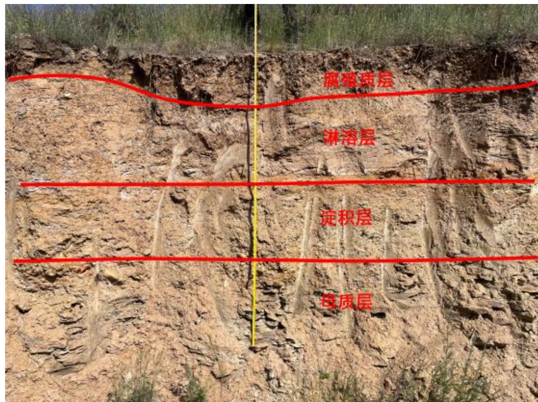
照片 2.1-4 天然植被（镜向 NE）



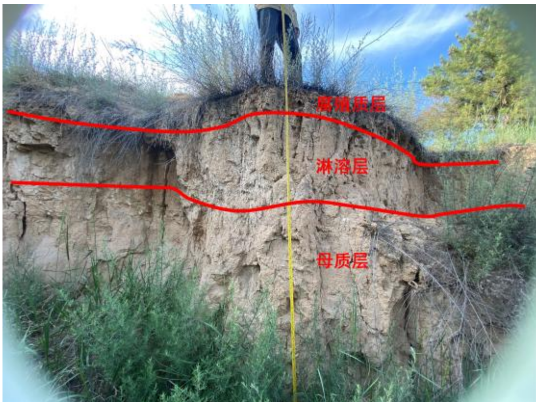
照片 2.1-5 人工植被（镜向 SE）

（五）土壤

矿区主要土壤类型包括黄绵土、红粘土、冲积土及少量风沙土（图 2.1-6）。矿区典型土壤剖面见照片 2.1-6~2.1-7。



照片 2.1-6 草地风沙土剖面（镜向 NE）



照片 2.1-7 林地黄绵土剖面（镜向 NW）

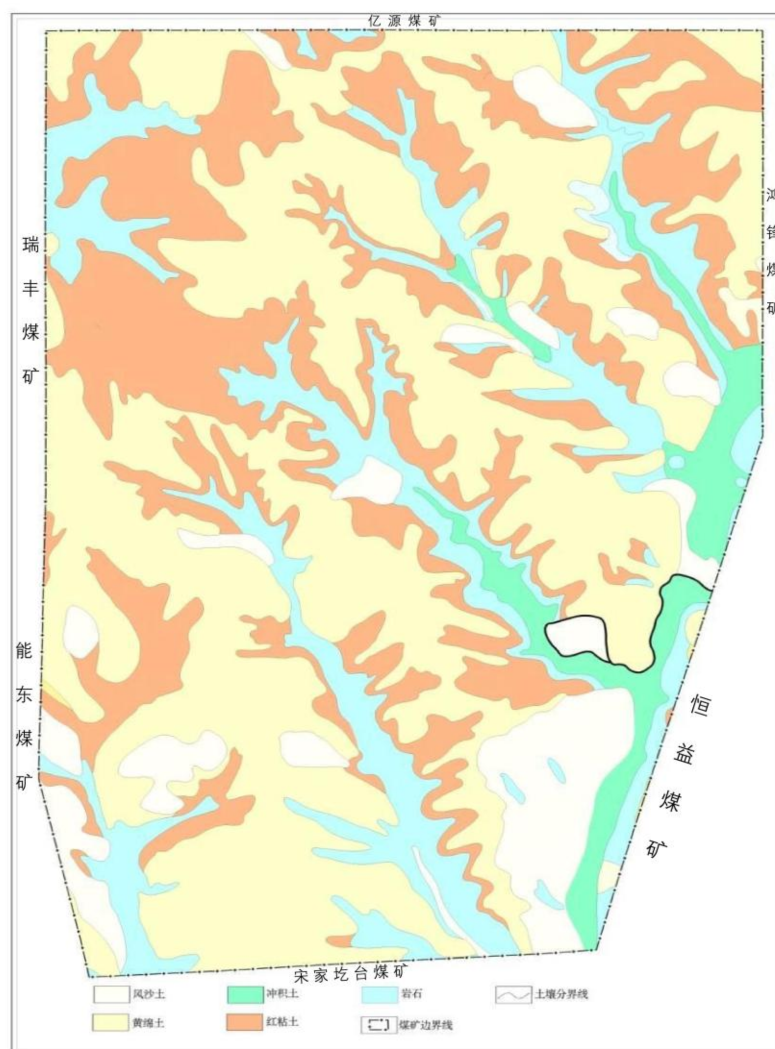


图 2.1-6　弘建煤矿矿区土壤类型分布图

黄绵土又叫黄土性土壤，因其土质疏松、绵软、色泽而得名。广泛分布在梁峁坡地和川道高阶地上，是府谷主要农业土壤之一。在自然植被下，具有有机层，厚度 10~30 cm，颜色为灰棕色（风干土）或暗灰棕色（风干土），粒状、团块状结构，其下为母质层，稍有碳酸钙的淋溶淀积。颗粒主要由 0.25 毫米以下的颗粒组成，细砂粒和粉粒占总量的 60％。物理性粘粒约 26~30％，粘粒只占 12~14％，土壤粘粒含量呈南高北低的趋势。但同一剖面各层质地差别不大，仅表层因受侵蚀和沉积影响而略有变化。耕层容重在 1.0~1.2 克/立方厘米。黄绵土弱碱性反应，PH 值为 8~8.5。整个剖面呈石灰性。碳酸钙含量 90~180g/kg，上下土层比较均匀，阳离子交换量 6~12 cmol(+) / kg，保肥能力较弱。黄绵土的矿物组成与化学组成和黄土母质近似，矿物组成以石英、长石为主，各层变化不大；粘土矿物以水云母为主，其次是绿泥石和少量高岭石，粘粒硅铁铝率为 2.8~2.9，硅铝率为

3.5~3.7。

红粘土主要分布在坡度较大、土壤侵蚀严重的梁峁坡地、沟沿、土崖及沟坡地上，是在黄土母质上发育的黄土性土，在矿区内主要集中于西北部、北部及东北部梁顶及沟坡地上。该土一般含有新生体，如石灰菌丝、石灰结构、铁锰胶膜等。剖面形态一般由耕层和底土层组成，耕层浅薄(10~15 cm)，底土层完全同母质，很少受作物根系的影响。

冲积土主要分布于矿区东部大板兔川及各大支沟沟谷中。该土有机质及养分含量较高，保水保肥能力较好，植被覆盖较好，微生物活动较强，宜农耕。经调查府谷县土壤普查资料可知，煤矿土壤有机质一般为 0.5%-0.9%，全氮 0.065%-0.045%，碱解氮 60-50 ppm，速效磷 8-6 ppm，速效钾 120-80 ppm，土壤类型为沙壤土。

风沙土是在风沙地区沙性母质上发育的土壤，主要分布在梁面低凹处和背风坡上，细砂粒占土壤矿质部分重量的 80~90％以上，而粗砂粒、粉砂粒及粘粒的含量甚微。干旱是风沙土的又一重要性状，土壤表层多为干沙层，厚度不一，通常在 10~20 cm 左右，其下含水率也仅 2~3％。有机质含量低，约在 0.1~1.0％范围内；有盐分和碳酸钙的积聚，前者由风力从他处运积而来，后者是植物残体分解和沙尘沉积的结果。PH 值在 8~9 之间，呈弱碱至碱性反应。剖面形态 A－C 土体构型，A 层是生草—结皮层或腐殖质染色层，厚度 5~30 cm 或更厚，浅黄色或淡棕色，片状或弱团块状结构，沙土或沙壤土。根系较多；C 层为沙土，浅黄色，单粒结构。风沙土矿物组成中，石英、长石等轻矿物占 80％以上，重矿物含量较少，但种类较多，主要是角闪石、绿帘石、石榴子石和云母类矿物。

二、矿区地质环境背景

（一）地层岩性

根据《陕西省府谷县弘建煤矿有限公司煤矿（整合区）勘探报告》及野外实地调查，矿区地层由老至新依次为：三叠系上统瓦窑堡组（T_3w）、侏罗系下统富县组（J_1f）、侏罗系中统延安组（J_2y）、新近系上新统静乐组（N_2j）、第四系中上更新统风积层（Q_{2+3}^{eol}）、全新统河流冲积层（Q_4^{al}）及风积砂（Q_4^{eol}）。地层综合柱状图及地质剖面分别见图 2.2-1 及图 2.2-2。现将区内地层分述如下：

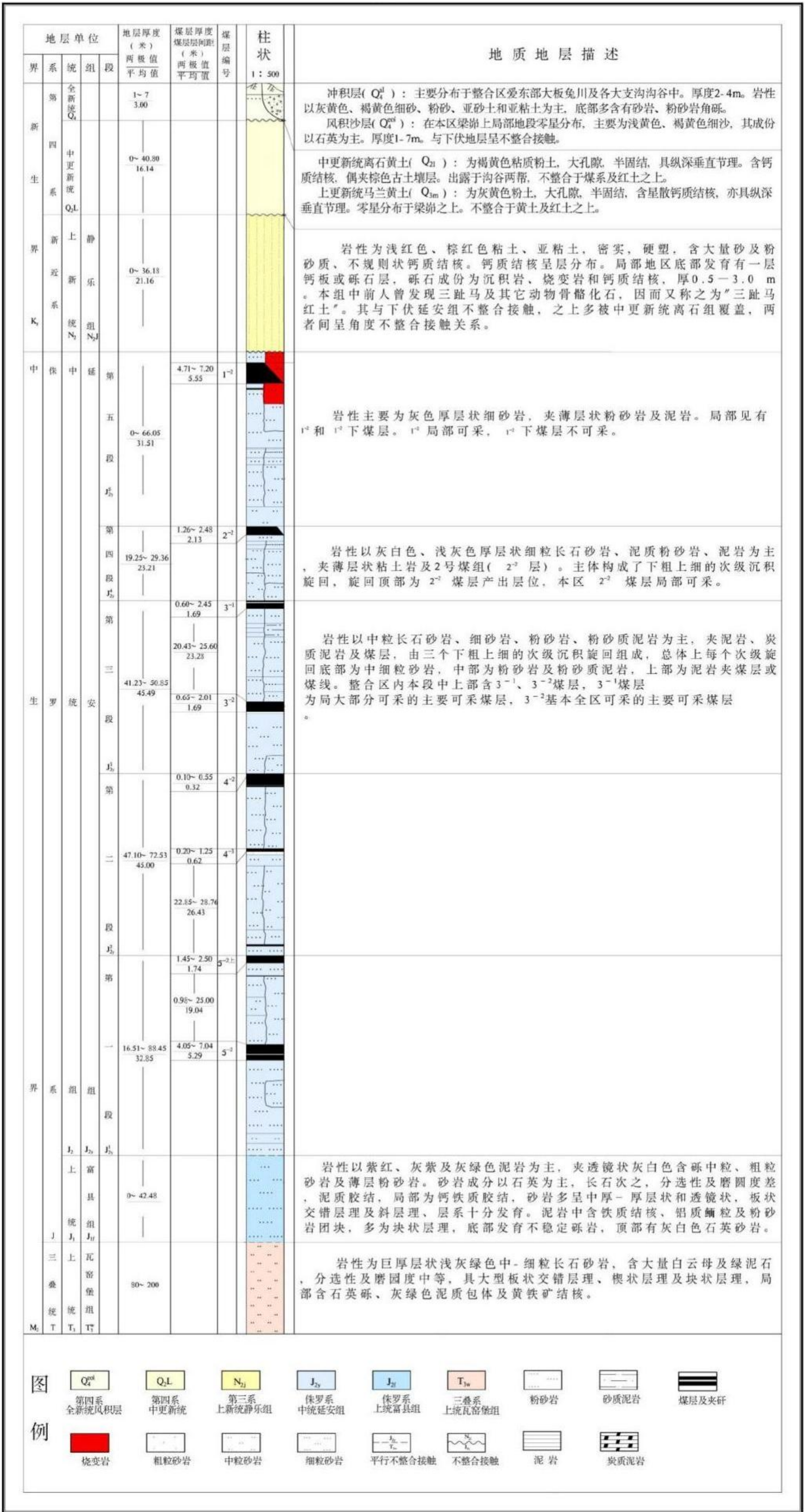


图 2.2-1　矿区地层综合柱状图

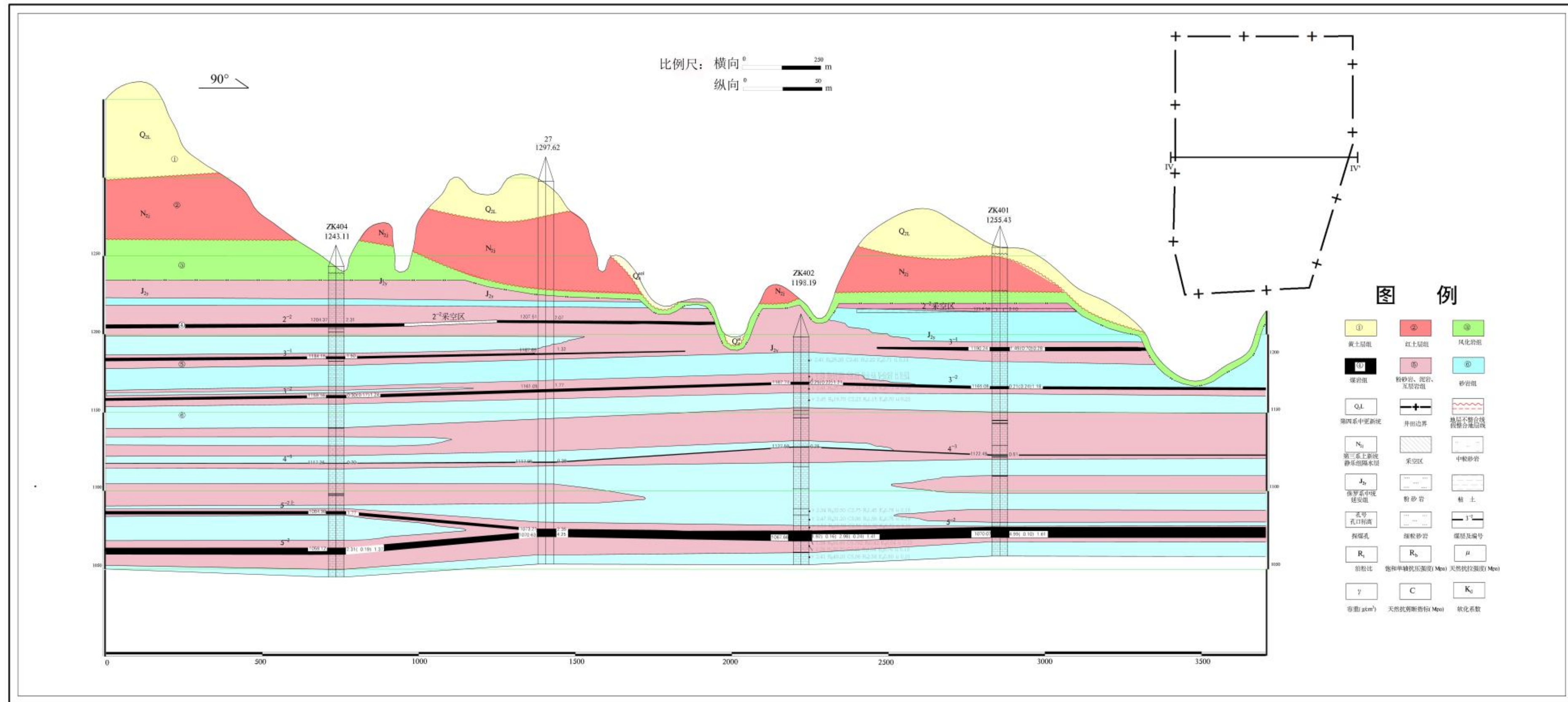


图 2.2-2　矿区地质剖面图

1、三叠系上统瓦窑堡组（T_3w）

该地层是陕北侏罗纪煤田含煤岩系的沉积基底，区内未有出露，与下覆地层呈假整合接触，下伏全区，据区域资料该层厚度约为 80~200 m。岩性为巨厚层状浅灰绿色中~细粒长石砂岩，含大量白云母及绿泥石，分选性及磨圆度中等，具大型板状交错层理、楔状层理及块状层理，局部含石英砾、灰绿色泥质包体及黄铁矿结核。

2、侏罗系下统富县组（J_1f）

该地层遍布全区，未见出露。岩性以紫红、灰紫及灰绿色泥岩为主，夹透镜状灰白色含砾中粒、粗粒砂岩及薄层粉砂岩。砂岩成分以石英为主，长石次之，分选性及磨圆度差，泥质胶结，局部为钙铁质胶结，砂岩多呈中厚－厚层状和透镜状，板状交错层理及斜层理发育。该层与下伏地层呈平行不整合接触，据区域资料该层厚约 0~42.8 m。

3、侏罗系中统延安组（J_2y）

延安组为井田含煤地层，与下伏富县组呈整合接触。区内主要出露于大板兔川及各支沟沟帮，据区域资料显示该层厚度一般在 270 m 左右。岩性以灰色至深灰色粉砂岩、灰白色细粒岩屑长石石英砂岩为主，长石砂岩、长石岩屑砂岩次之，少量为黑色泥岩及砂质泥岩夹炭质泥岩，含多层煤层。

4、新近系上新统静乐组（N_2j）

出露于井田沟谷两侧及沟掌局部。据区域资料，该层厚度变化较大，钻孔揭露厚度约 0~36.18 m，一般在 21.16 m 左右。岩性为浅红色、棕红色粘土、粉质粘土，密实，硬塑，含大量砂及粉砂质、不规则状钙质结核，钙质结核呈层分布，局部地区底部发育有一层钙板或砾石层，砾石成分为沉积岩、烧变岩和钙质结核，厚 0.5~3.0m。

5、第四系中更新统离石黄土（Q_2l）及第四系上更新统马兰黄土（Q_3m）

井田区域内广泛分布，沟谷及梁峁地段大面积出露。据区域收集资料，该层厚度 0~40.80 m，一般在 16.14 m 左右。中更新统离石黄土（Q_2l）：出露于沟谷两侧斜坡中上部，岩性为褐黄色砂质粉土，大孔隙，半固结，具纵深垂直节理。含钙质结核，偶夹棕色古土壤层。上更新统马兰黄土（Q_3m）：零星分布于梁峁区上部，上为灰黄色粉土，大孔隙，半固结，含零星钙质结核，亦具纵深垂直节

理。

6、全新统河流冲积层（Q_4^{al}）及风积砂（Q_4^{eol}）

冲积层（Q_4^{al}）：主要分布于井田东部大板兔川及各支沟沟谷中。岩性以灰黄色、褐黄色细砂、粉砂、粘土和粉质粘土为主，底部多含有砂岩、粉砂岩角砾，厚度 2~4 m。

风积层（Q_4^{eol}）：局部地段覆盖于梁峁顶部，岩性主要为浅黄色、褐黄色细砂，其成分以石英为主，厚度 1~7 m。

（二）地质构造

陕北侏罗纪煤田位于中朝大陆板块之西部、鄂尔多斯拗陷盆地伊陕单斜区之内，基底为坚固的前震旦系结晶岩系，印支期及其后的历次构造运动对矿区的影响主要表现为垂直升降运动，形成一系列的假整合面或小角度的不整合面。据区域资料，基底中主要存在吴堡~靖边 EW 向、保的~吴旗 NE 向、榆林西~神木西 NE 向构造带，对煤田的形成及分布具有一定的控制作用。

根据以往地质填图、勘探揭露及煤层底板等高线图的情况，矿区总体为一走向北东东、倾向北北西、倾角小于 1° 的单斜构造，未发现落差大于 30 m 断层和明显的褶皱构造，也无岩浆活动，仅局部表现为一些宽缓的大小不等的波状起伏。岩体节理裂隙弱发育，无明显的褶皱构造，也无岩浆活动。

（三）水文地质

根据水力特征及含水层介质不同，调查区主要含（隔）水层组划分如下：第四系全新统风积砂层含水层、第四系全新统冲洪积层含水层、松散层中相对隔水层、侏罗系中统延安组风化裂隙潜水含水层和侏罗系中统延安组 3 号煤顶板砂岩裂隙承压含水层。水文地质柱状图见图 2.2-3。

1、新生界含（隔）水层

（1）第四系全新统风积砂层含水层（Q_4^{eol}）

风积砂主要分布在山梁及平缓山坡上，厚度 2~4 m，岩性为粉细沙，疏松，孔隙度大，透水性好，有利于大气降水入渗，但在区内多呈零星小范围分布，且厚度又小，故多为透水不含水层。

（2）第四系全新统冲洪积层含水层（Q_4^{al}）

主要分布于大板兔川以及其他几条支沟的中、下游，大板兔川在区内这段宽

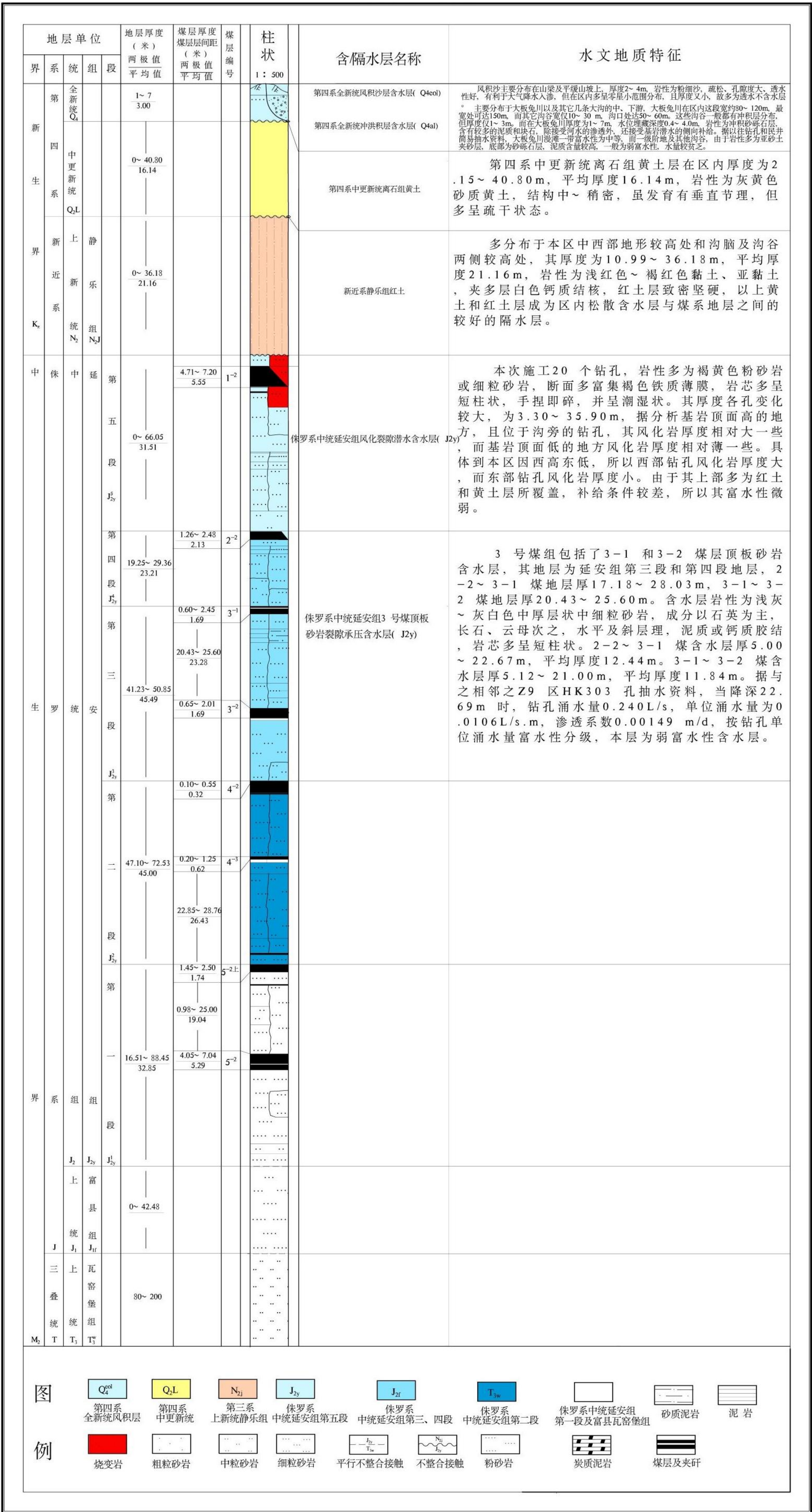


图 2.2-3　矿区水文地质柱状图

约 80~120 m，最宽处可达 150 m，而其他沟谷宽仅 10~30 m，沟口处达 50~60 m。这些沟谷一般都有冲积层分布，但厚度仅 1~3 m。而在大板兔川厚度为 1~7 m，水位埋藏深度 0.4~4.0 m，岩性为冲积砂砾石层，含有较多的泥质和块石，除接受河水的渗透外，还接受基岩潜水的侧向补给。据以往钻孔和居民水井简易抽水资料，大板兔川漫滩一带富水性为中等，而一级阶地及其他沟谷，由于岩性多为粉土夹砂层，底部为砂砾石层，泥质含量较高，一般为弱富水性，水量较贫乏。

（3）第四系中更新统离石组（Q_2l）及新近系上新统静乐组（N_2J）隔水层

黄土层在区内厚度为 2.15~40.80 m，平均厚度 16.14 m，岩性为灰黄色砂质黄土，结构中~稍密，虽发育有垂直节理，但多呈疏干状态。其下即为新近系红土层，多分布于本区中西部地形较高处和沟脑及沟谷两侧较高处，其厚度为 10.99~36.18 m，平均厚度 21.16 m，岩性为浅红色~褐红色粘土、粉质粘土，夹多层白色钙质结核，红土层致密坚硬，以上黄土和红土层成为区内松散含水层与煤系地层之间的较好的隔水层。

2、中生界含水层

（1）侏罗系中统延安组风化裂隙潜水含水层（J_2y）

岩性多为褐黄色粉砂岩或细粒砂岩，断面多富集褐色铁质薄膜，揭露厚度为 3.30~35.90 m 不等，据分析原来基岩顶面高的地方，其风化岩厚度相对大一些，而基岩顶面低的地方风化岩厚度相对薄一些。具体到本区因西高东低，所以西部钻孔风化岩厚度大，而东部钻孔风化岩厚度小。由于其上部多为红土和黄土层所覆盖，补给条件较差，所以其富水性微弱。

（2）侏罗系中统延安组 3 号煤顶板砂岩裂隙承压含水层（J_2y）

3 号煤组包括了 3^{-1} 和 3^{-2} 煤层顶板砂岩含水层，其地层为延安组第三段和第四段地层，2^{-2}~3^{-1} 煤地层厚 17.18~28.03 m，3^{-1}~3^{-2} 煤地层 20.43~25.60 m。含水层岩性为浅灰~灰白色中厚层状中细粒砂岩，成分以石英为主，长石、云母次之，水平及斜层理发育，呈泥质或钙质胶结，岩芯多呈短柱状。2^{-2}~3^{-1} 煤含水层厚 5.00~22.67 m，平均厚度 12.44 m。3^{-1}~3^{-2} 煤含水层厚 5.12~21.00 m，平均厚度 11.84 m。据与之相邻之 Z9 区 HK303 孔抽水资料，当降深 22.69 m 时，钻孔涌水量 0.240 L/s，单位涌水量为 0.0106 L/s.m，渗透系数 0.00149 m/d，按钻孔单位涌水量富水性分级，本层为弱富水性含水层。

3、地下水的径流、补给和排泄

项目区属黄土梁峁沟壑区，地下水补给条件差，径流排泄条件好，地表松散层孔隙水利于大气降水渗入补给。潜水主要接受大气降水和部分层间水补给。径流方向受地形和地貌的控制，主要以潜流形式排泄于沟谷，区内沟谷纵横，地形切割严重，十分有利于地下水的排泄，在梁峁顶部只有雨季降水才能得到补给。本项目区内承压水除在基岩露头处接受大气降水补给外，还接受就近潜水的垂直渗透补给。局部地段因受不稳定隔水层的影响，形成局部性承压水，具有多层性，无统一的补给区。综上所述，项目建设区水文地质条件中等。

4、矿井充水条件分析

矿井充水水源一般可报告大气降水、地表水、地下水及采空区水。其主要充水通道包括含水层孔隙、裂隙、煤层开采后形成的冒落带和导水裂隙带、采空区沉陷裂缝、基岩风化裂隙和烧变岩裂隙。由于矿区内年降水量小于蒸发量，加之地表泄水条件良好，在雨季只有少量降水下渗补给露头含水层。根据地区经验，矿井涌水量随季节有不同的变化，其一般滞后半天至一天时间，故大气降水为矿井充水的间接水源。区内无大的河流，仅在东部边界一带有大板兔川自北东往南西流经，区内的字峁沟、朱太沟、常房梁沟、伙赖沟、板深沟均流至该河。大板兔川河长 29 km，区内这一段为其上游，流量不大，每年枯水季节基本处于断流状态，而在丰水期才形成径流，暴雨季节是煤矿的泄洪渠道，丰、枯水季节流量悬殊很大。该河西南流至石窑店汇入悖牛川。而在区内西北之杜家伙盘沟往西流入黄太沟，经大昌汗于郭家湾注入悖牛川。从矿井实际揭露的地质情况和以往地质资料及勘查成果分析，矿井范围内断层不发育，由于目前开采的 3^{-1} 号煤层露头均高于河流沟谷，因此地表河流对 3^{-1} 煤层开采影响较小。矿井未来计划开采的 3^{-2} 煤层露头线位于沟谷内，因此在开采浅部 3^{-2} 煤层时，导水裂隙带必然会发育至地表，使其成为间接充水水源。

井田区域内地下水极不丰富。煤系地层含水层是煤层的直接充水含水层，煤层顶板砂岩含水层，水量小，富水性弱，易于排水，对开采不会造成危害。煤层开采后导水裂隙带与风化裂隙带沟通，甚至与松散层沟通，发育至地表，使风化带潜水与松散层潜水成为直接充水水源。

根据《陕西省府谷县弘建煤矿有限公司府谷县老高川乡弘建煤矿瞬变电磁法

勘查报告》及本次调查成果，煤矿上覆 2^{-2} 煤层存在 3 处采空区积水，积水面积 0.016 km^2，积水量约 1400 m^3。煤矿开采至周边矿井附近时，应坚持“预测预报、有疑必探、先探后掘、先治后采”的原则，在开采 3^{-1} 煤层时应先对其上部 2^{-2} 煤层形成的采空区积水进行疏排，在开采 3^{-2} 煤层时应先对其上部 3^{-1} 煤层形成的采空区积水进行探测并提前疏排，避免突水事故的发生，同时应做好采空区积水日常情况的监测工作。此外，煤矿还应采取措施避免邻区煤矿的采空积水贯通，威胁煤矿安全生产。

煤矿内矿坑充水强度主要取决于直接充水水源的富水强度及冒裂带发育程度两个因素，并受隔水层明显影响。区内煤层顶部含水层含水微弱，富水性差，径流滞缓，渗透系数、涌水量均很小，富水性弱，对矿井开采威胁较小。但各煤层冒裂带发育高度均导通上部煤层或发育至地表及松散层，各煤层开采后形成的老空区积水必定影响下伏煤层的开采，在开采 3^{-1} 煤层、3^{-2} 煤层时，必须要对上覆煤层老空区积水进行探放。同时，由于煤层埋藏较浅，部分区域的煤层开采导水裂隙带已发育至地表，因此要做好地表水防治措施。煤矿未来 5 年开采煤层时，要随时观测矿坑涌水量的变化，并对采空区积水做好疏排水工作，对上部煤层采空区做好探放水工作，以防突水事故的发生。

（四）工程地质

依据岩（土）体工程地质特征及成因，调查区岩土体可分为四大类七大岩组（见表 2.2-1）。各工程地质岩组发育特征分述如下：

表 2.2-1　岩（土）体工程地质分类表

工程地质分类	岩层组	饱和抗压强度（MPa）	空间分布	岩体结构
土质岩类	松散砂层组	-	分布于梁峁局部地段和河谷阶地区，风积，冲积成因	散体结构
	土层组	-	广布全区，包括黄土和红土	半胶结结构
烧变岩类	烧变岩组	24.6	出露于沟谷两侧，侵蚀基准面上，井田内大面积分布	碎裂结构
软弱岩类	风化岩组	3.8-10.4	基岩顶部 10~40m	
	煤岩组	5.70	可采煤层及不可采煤层	层状结构
半坚硬岩类	粉砂岩泥岩及互层岩组	12.8-25.7	煤层直接顶板和直接底板	
	砂岩组	19.7-25.2	煤层基本顶及延安组各段中部	块状结构

1、松散砂层组

主要分布于井田境界内梁峁区顶部局部地段及河谷区，厚度变化较大，孔隙率大，承载力低，稳定性差。

2、土层组

包括第四系中上更新统风积黄土及新近系红土层。黄土分布广，厚度 0~40.80 m，一般厚度 16.14 m 左右。富含钙质结核，结核较致密，节理，孔隙相对较发育。岩性一般以粉土、粉质粘土为主。区内黄土受水流侵蚀作用，梁峁区冲沟发育，岸高谷深，地形支离破碎，谷坡多见坍塌形成陡坎，沟头可见潜蚀现象。据有关分析资料，塑限 14.3~16.7%，液限 23.6~27.0%，天然含水量 2.3~2.9%，土体处于坚硬或硬塑状态，塑性指数在 9.2~10.4 之间。黄土孔隙度大，结构疏松，垂直节理发育，除局部显湿陷性外，一般多不显湿陷性。但易被地表水流冲蚀而引起坍塌，浸水易失稳。红土较致密，可塑性强。加之其上，下界面常有地下水活动，附近土体吸水膨胀，塑性增强，结构减弱，力学强度降低，成为软弱面，若分布在边坡地段，则更易发生变形。

3、烧变岩组

包括不同烧变程度的砂岩、粉砂岩、泥岩等，蜿蜒锯齿状断续分布于井田各大沟谷两侧，一般自燃深度 17 m 左右。煤层自燃后，引起的破碎带和裂隙密集带厚度一般达 10~30 m。发育的张性裂隙纵横交错，由片状、块状、渣状等烧变岩块共同组成的烧变岩体。该类岩块之间无粘结力，岩石质量极劣，稳定性很差，但就单块岩体而言，其具有较好的力学强度，当然随烧变程度的不同，岩体的工程地质性质亦有所差异，据区域试验资料，岩石烧变后容重减少（2.115~2.230 g/cm^3），比重增大（2.46~2.49），孔隙率增大（10~15%）。熔融岩的抗压，抗剪强度增大（63.55~12.75 MPa）。烧变较严重的岩石抗压、抗拉、抗剪强度减小（24.60 MPa、2.71 MPa、7.11 MPa）。

4、风化岩组

风化岩组指基岩顶部 10~40 m 深度范围内具有已风化特点的岩石，其发育厚度系根据野外岩芯鉴定，地球物理测井曲线特征及钻孔岩芯机械力学强度测试成果共同确定的。风化岩层内部由上到下风化程度逐渐减弱，强风化带岩体结构破坏，疏松破碎，孔隙率大，含水率增高，强度减小。参照区域试验资料，其干燥

状态抗压强度 52.6~56.8 MPa，饱和抗压强度仅为 3.8~10.4 MPa，软化系数为 0.07~0.16，充分表现了稳定性差的特点。RQD 值平均为 37.25%，岩石属劣质的软弱岩石，岩体完整性差。

5、煤岩组

根据区域试验资料，3^{-2} 煤层饱和抗压强度 11.6 MPa，干燥状态抗压强度 19.0 MPa，软化系数 0.61。饱和抗拉强度 0.38 MPa。饱和抗剪参数 C=0.51 MPa，φ=35.02 度。

6、砂泥岩互层岩组

本岩组是煤系地层的主要岩组，它与煤层开采有直接关系，由粉砂岩、泥岩、泥质粉砂岩、砂质泥岩及薄煤层等组成。多出现于煤层顶底板。岩石含有较高的粘土矿物和有机质，水平层理、小型交错层理发育、并有节理裂隙和滑面等结构面特点。干燥状态下单轴抗压强度为 20.2~35.1 MPa，平均值为 27.7 MPa，属半坚硬岩石。浸水或长时间暴露于空气中岩石多沿层理裂解成薄片。饱和抗压强度 12.8~25.7 MPa，平均值为 19.3 MPa，软化系数平均值为 0.68，表现出稳定性较差的特点，RQD 值平均为 73.38%。

7、砂岩组

本岩组以中粒砂岩和细粒砂岩为主，局部为粗粒砂岩，也包括厚度＞3m 的结构致密的粉砂岩，多形成煤层的基本顶或老底。原生结构面一般有平行层理，块状层理，大型板状交错层理，单层厚度大，层面不太发育，主要为节理。干燥状态下抗压强度 35.10~35.40 MPa，饱和抗压强度 25.2~25.7 MPa，软化系数 0.72 左右，为抗风化和抗冻性较好的岩石，工程地质性质较好。RQD 值处于 78.5~89.9%，岩石质量属中等至好，岩体质量中等。

（五）煤层地质特征

弘建煤矿井田境界内具有对比意义的煤层共 4 层（1^{-2}、2^{-2}、3^{-1}、3^{-2}），其中 1^{-2} 煤层为零星可采煤层，2^{-2}、3^{-1}、3^{-2} 煤层大部分可采，本区 1^{-2}、2^{-2}、3^{-1}、3^{-2} 可采煤层总厚度为 1.63~12.04 m，一般 9.55 m 左右，厚度总体变化趋势特征表现为中部较厚，向四周逐渐变薄，各煤层特征见表 2.2-2。根据《陕西省府谷县老高川乡弘建煤矿 2024 年储量年度报告》及相关批复，截至 2024 年底，矿井剩余可采储量　　　万吨，1^{-2} 与 2^{-2} 煤层主体现已采空，剩余资源作为残采处理，后

续剩余服务年限内主采 3^{-1}、3^{-2} 煤层。

表 2.2-2　各煤层特征一览表

含煤段号	煤层号	厚度特征 两极值 平均值（见煤点数）	厚度特征 标准差	厚度特征 变异系数	厚度特征 可采概率	结　构	层间距 两极值 一般值	可采类型	稳定类型
第五段	1^{-2}	0~6.20 5.02(4)			0.20	含 1~2 层夹矸个别孔不含夹矸，厚度 0.2~0.60m，结构简单。		局部可采	不稳定
第四段	2^{-2}	0.38~2.43 1.75(12)	0.81	0.46	0.45	多数含 1~2层夹矸，个别孔不含夹矸，厚度 0.21~0.75m，结构简单。	17.18~28.03 21.7	大部可采	稳定
第三段	3^{-1}	0.60~1.64 1.39(17)	0.24	0.17	0.80	多数含 1 层夹矸，个别孔不含夹矸，厚度 0.14~0.70m，结构简单。	20.43~25.60 23.28	大部可采	稳定
	3^{-2}	0.65~1.77 1.39(20)	0.28	0.20	0.95	多数不含夹矸，小部分孔含一层夹矸，厚度 0.08~0.56m，结构简单。		大部可采	较稳定

1、1^{-2} 煤层

井田内该煤层大部分遭剥蚀和火烧自燃，残存可采区主要分布于井田西北角（图 2.2-4），面积 0.95 km，煤厚 0~6.20 m，平均 5.20 m，煤层埋藏深度 0~82.11 m，煤层底板标高 1230~1245 m。煤层结构简单，一般含 1~2 层夹矸，厚 0.20~0.60 m，属不稳定型煤层，目前弘建煤矿正对该区域进行综合治理，待综合治理后采用平硐开拓进行残采回收。

2、2^{-2} 煤层

该煤层在井田南部和东部的各大支沟里遭剥蚀，且原来小煤矿区域大部分被采空，剩余可采区现分布于井田的西南部（图 2.2-5），面积 8.93 km^2。煤厚 0.38~2.43 m，平均 1.75 m，煤层中东部厚，向西北逐渐变薄。埋藏深度 0~118.77 m，煤层底板标高 1190~1220 m。煤层结构简单，一般含 1~2 层夹矸，厚 0.21~0.75 m，一般厚 0.39 m，属稳定型煤层，因 2^{-2} 煤层剩余可采区域较为零散，2^{-2} 煤层距离 3^{-1} 煤层间距约 21m，对于一盘区 2^{-2} 煤层南翼区域，本设计利用井底大巷进

行回采；对二盘区 2^{-2} 煤层中部及北部区域，设计在井田中部布置一组 2^{-2} 煤层“L 型”开拓大巷，开拓大巷直接与 3^{-1} 煤层大巷连接，利用 2^{-2} 煤层大巷进行回采。二盘区 2^{-2} 煤层东部及南部资源利用 3^{-1} 煤层大巷进行回采。



图 2.2-4　1^{-2} 煤层分布范围及等值线图

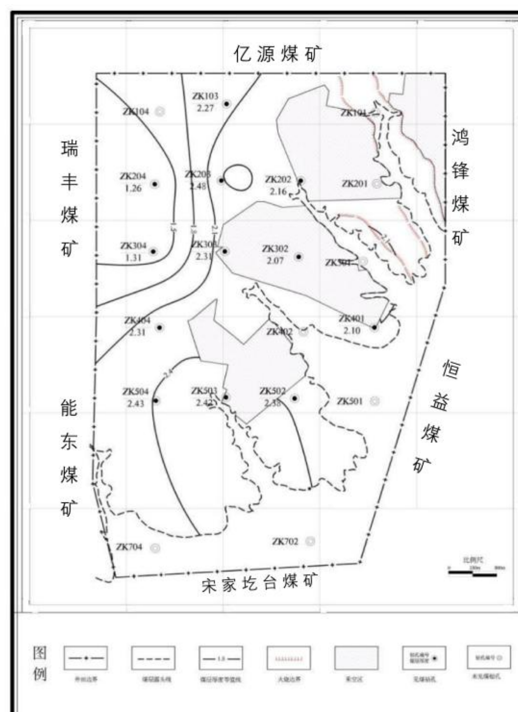


图 2.2-5　2^{-2} 煤层分布范围及等值线图

3、3^{-1} 煤层

该煤层在井田东北部和东部边界有小面积遭剥蚀，为大部可采煤层（图 2.2-6），可采面积 14.87 km²。煤厚 0.60~1.64 m，平均 1.39 m，煤层西北部厚，向东南逐渐变薄。煤层埋藏深度 0~143.21 m，煤层底板标高 1165~1205 m。煤层结构简单，一般含 1 层夹矸，厚 0.14~0.70 m，一般厚 0.50 m，属稳定型煤层，该段煤层属于弘建煤矿正在采掘层。

4、3^{-2} 煤层

赋存于延安组第三段的中部。是本区最主要可采煤层之一，该煤层在井田的东北部边界有小面积遭剥蚀，剩余可采区现分布于井田的中南部（图 2.2-7），面积 16.38 km²。全区施工钻孔 20 个，见煤点 20 个，可采点 19 个，为薄~中厚煤点，煤厚 0.65~1.77 m，平均 1.39 m，可采概率 95%，煤层西南部厚，向东北逐渐变薄。煤层埋藏深度 27.16~168.47 m，煤层底板标高 1145~1185 m。煤层结构简单，一般不含夹矸，小部分孔含 1 层夹矸，厚 0.08~0.56 m，一般厚 0.31 m，

层位较稳定；岩性一般为粉砂岩。煤层顶板岩性以粉砂岩为主，局部为细粒砂岩或砂质泥岩；底板以粉砂岩为主。煤类以不粘煤 31 号（BN31）为主，部分长焰煤 41 号（CY41）。该煤层为薄~中厚煤层，煤层厚度变化小且规律明显，结构简单，基本全区可采，煤类单一。该煤层可采性指数为 0.95，变异系数为 0.2，属稳定型煤层，该段煤层为弘建煤矿未来五年即将开采煤层。

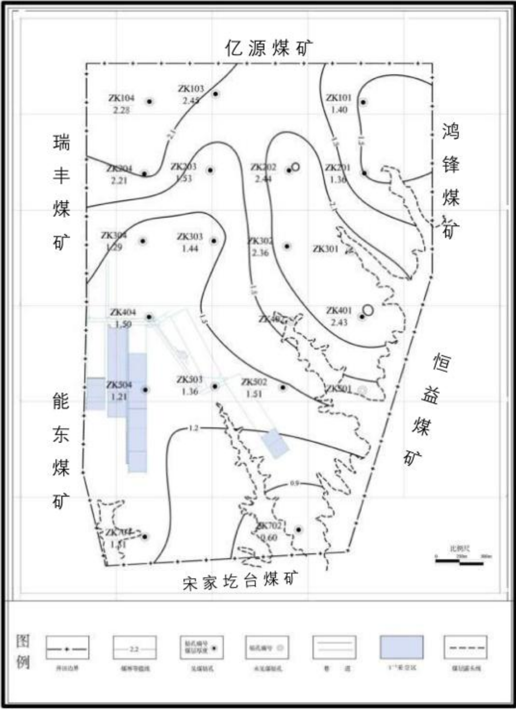


图 2.2-6 3^{-1} 煤层分布范围及等值线图



图 2.2-7 3^{-2} 煤层分布范围及等值线图

三、社会经济概况

（一）府谷县

府谷县位于陕西省最北端，秦晋蒙三省区交汇的黄河“金三角”地带，东与山西省保德县、河曲县隔河相望，北与内蒙古自治区准格尔旗、伊金霍洛旗阡陌相通，西、南与神木县地土相连，万里长城横亘东西，九曲黄河环绕于斯，黄土文化和草原文化在这里辉映，长城文化和黄河文化在这里融合，素有“黄河金三角”之美誉。全县总面积 3229 km^2，辖 14 个镇、2 个农业园区、4 个便民服务中心，175 个行政村，1300 多个自然村，总人口约 23.8 万，人口密度达 74 人/km^2。

府谷县矿产资源丰富，主要有煤、铝土矿、菱铁矿、石灰岩、粘土矿、高岭土等。煤炭是主要矿产资源，含煤面积 960 km^2，现有煤矿企业 80 余家。现已

查明境内煤炭资源总量为　　亿吨，储量居全省第三位，是世界七大煤田之一的陕北侏罗纪煤田重要组成部分；铝土矿分布面积 80 km^2，探明资源储量为　　万吨，预测资源量　　亿吨；高岭土分布面积 400 km^2，探明资源量　　　　万吨；膨润土探明资源储量　　万吨；铝土矿、高岭土、膨润土资源储量居全省第一位。十三五期间，府谷县积极推进能源经济发展，改造提升传统产业，培育发展新兴产业，大力实施乡村振兴计划和脱贫攻坚政策，社会经济发展取得了较好的成绩。截至“十三五”末，全县生产总值完成 582.81 亿元，居民人均可支配收入 30117 元，农民人均可支配收入 16417 元，城镇居民人均可支配收入 37729 元。

2024 全年地区生产总值 1066.74 亿元，同比增长 6.3%，人均地区生产总值 41.78 万元。其中，第一产业增加值 12.17 亿元，增长 3.4%，占比 1.1%；第二产业增加值 737.75 亿元，增长 5.9%，占比 69.2%；第三产业增加值 316.82 亿元，增长 7.1%，占比 29.7%。府谷县近 3 年（2022～2024 年）社会经济概况见表 2.3-1。

表 2.3-1　府谷县近 3 年社会经济概况表

年度	人口（万人）	生产总值 GDP（亿元）				城镇居民人均可支配收入（元）	农村居民人均可支配收入（元）
		第一产业	第二产业	第三产业	总值		
2022 年	24.99	12.08	703.24	185.68	901.00	42677	19499
2023 年	25.52	12.05	786.11	203.92	1002.08	45392	21068
2024 年	25.54	12.17	737.75	316.82	1066.74	47681	22504

（二）老高川镇

老高川镇地处府谷县的西部，神府煤田腹地，周边与本县的大昌汗乡、新民镇、三道沟乡、庙沟门镇相邻，北与内蒙古伊旗羊市塔镇接壤、南与神木县店塔镇一水相连。老高川镇境内交通便利。神朔铁路、野大公路横穿而过，通村公路全部硬化。全镇总土地面积 232.4 km^2，其中耕地面积 44845 亩，占总面积的 14%，林草地和宜林地 28 万亩。老高川镇辖 9 个村、80 个村民小组，是全县面积最大的乡镇。全镇常住户 3297 户，总人口 27710 人，机关单位 28 个。境内有省级农业示范园区 1 个，龙骨化石展馆 1 处，火烧区治理项目 13 处，企业 86 家，其中煤矿 16 座（其中国营煤矿 2 座），井田 230 km^2，探明储量　　亿 t。各类能化企业 48 家，其中 60 万吨兰炭生产综合利用产业园 3 个，11 条生产线，金属镁厂 7 个，活性炭厂 7 个，洗选煤厂 23 个具备 28 条生产线，发电企业 5 个，焦油生产线 9 条，硅铁生产线 6 条，纳米硅酸钙生产线 2 条，速溶硅酸钠生产线 1 条，白

灰生产线 5 条，免烧砖生产线 2 条，电石生产线 2 条，脱硫脱硝炭生产线 1 条，个体工商户 500 户。全镇居民拥有运输自卸车 681 辆，三四轮 308 辆，挖机、装载机 198 台，每 2.4 户均小轿车一辆。农民人均纯收入达 1.95 万元，完成社会总产值 91.3 亿元（工业总产值 90.1 亿元），实现税收 5 亿元（其中地税 2.3 亿元）。是国家规划的陕北能源化工基地的重要组成部分，也是陕西省规划的煤电载能工业园区。近年来，老高川镇充分依托村集体拥有的自然资源禀赋、经济基础、人文特色等，积极开发、培育特色产业，通过产业相融、创新发展，延伸村级集体经济项目的产业链和开发新的多元发展的产业链，激活各类发展要素，深度挖掘村级集体经济项目的附加值。

2024 年，全镇工业总产值达 294.7 亿元，其中煤炭产量 万 t，兰炭 万 t，金属镁 万 t，铁合金 万 t，发电 7.7 亿度；累计完成税收 49.5 亿元，完成固定资产投资约 28 亿元，完成招商引资 25 亿元，具体社会经济见表 2.3-2。

表 2.3-2　老高川镇近 3 年社会经济概况表

年度	总人口（人）	农业人口（人）	人均耕地（亩）	社会总产值（亿元）	农业总产值(亿元)	农村居民人均可支配收入（元）
2022 年	26852	21656	1.9	260.3	59.2	25236
2023 年	27231	21314	1.8	282.6	58.4	26824
2024 年	27633	20252	1.7	294.7	60.1	28325

四、土地利用现状

（一）土地利用类型与数量

根据府谷县自然资源和规划局提供的弘建煤矿土地利用数据（第三次全国国土调查数据）成果（2023 年变更调查数据）总结可知，煤矿共涉及府谷县标准分幅土地利用现状图 2 幅，图幅号分别为：J49G018041、J49G019041，地面工程全部在矿区范围之内，项目区范围与井田范围一致，项目区面积合计为 1726.98 hm^2。根据《土地利用现状分类》（GB/T21010-2017），煤矿的土地利用现状类型划分为 12 个一级类和 26 个二级类，包括耕地、园地、林地、草地、商服用地、工矿仓储用地、住宅用地、公共管理与公共服务用地、特殊用地、交通运输用地、水域及水利设施用地及其他用地，各类土地面积见表 2.4-1，矿区土地利用现状情况附图 2。

表 2.4-1　土地利用现状表

一级地类		二级地类		面积（hm^2）	比重（%）	
01	耕地	0103	水浇地	0.04	2e-5	13.69
		0102	旱地	236.42	13.69	
02	园地	0201	果园	12.28	0.71	0.71
03	林地	0301	乔木林地	74.08	4.29	12.86
		0305	灌木林地	67.52	3.91	
		0307	其他林地	80.47	4.66	
04	草地	0401	天然牧草地	775.63	44.91	51.03
		0404	其他草地	105.41	6.11	
05	商服用地	0507	其他商服用地	3.46	0.20	0.20
06	工矿仓储用地	0601	工业用地	238.58	13.81	17.43
		0602	采矿用地	62.47	3.62	
		0604	仓储用地	0.03	0.00	
07	住宅用地	0702	农村宅基地	19.90	1.15	1.15
08	公共管理与公共服务用地	0801	机关团体用地	0.82	0.05	0.13
		0803	教育用地	0.06	0.00	
		0809	公用设施用地	1.36	0.08	
09	特殊用地	0904	宗教用地	0.13	0.01	0.01
10	交通运输用地	1003	公路用地	15.35	0.89	1.87
		1005	交通服务场站用地	0.19	0.01	
		1006	农村道路	16.82	0.97	
11	水域及水利设施用地	1101	河流水面	5.88	0.34	0.45
		1104	坑塘水面	0.64	0.04	
		1106	内陆滩涂	1.30	0.08	
		1109	水工建筑用地	0.02	0.00	0.00
12	其他用地	1202	设施农用地	1.17	0.07	0.07
		1206	裸土地	6.95	0.40	0.40
合计				1726.98	100.00	100

弘建煤矿井田范围总土地面积 1726.98 hm^2，其中草地在项目区内分布面积最大，主要分布在沟谷陡坡，面积为 881.04 hm^2，占项目区面积的 51.02%，包括天然牧草地和其他草地，草种类型主要有长芒草、沙蒿、铁杆蒿、禾草、沙米、

虫实、百里香、白羊草、黄背草、达乌里胡枝子、茭蒿等。

弘建煤矿井田范围内工矿企业较多，如万鑫公司、金川镁业、天宇集团西源化工厂等，大多分布于矿区的中部与南部。工矿仓储用地总面积达 301.08 hm^2，占比 17.43%，包括工业用地、采矿用地及仓储用地。

耕地主要分布在井田内台阶及坡面上、全区均有分布，皆为旱地，面积为 236.46 hm^2，占总面积的 13.69%。耕地坡田较多，土壤肥力质量较差，地力质量一般，生产水平较低，耕地种植的主要作物有小麦、高粱、玉米、谷子、糜子等杂粮。煤矿井田范围内还有少量的园地，面积 12.28 hm^2，占比 0.71%。

林地在项目区内分布亦较多，依据植被种类、植被覆盖度可进一步划分为乔木林地、灌木林地和其他林地，各类林地面积大致相近，合计面积 222.07 hm^2，占比 12.86%。乔木林地主要分布在井田西部及南部部分区域，面积为 74.08 hm^2；灌木林地分布在矿区范围内西部和北部区域，面积为 67.52 hm^2。项目区乔木林地树种以樟子松为主；灌木林地植被种类以柠条、沙棘、沙柳为主，狼牙刺、酸枣、荆条、黄刺玫、胡颓子等灌种次之，长势良好，覆盖度 25%左右。

商服用地多以小商店占地为主，占地面积 3.46 hm^2，占比 0.2%；住宅用地村庄主要分布在野大公路沿线以及沟谷流域缓坡地带，占地较为集中，面积合计为 19.9 hm^2，占比 1.15%；交通运输用地主要为农村道路，农村道路连接各村庄；水域及水利设施用地主要为河流水面，分布在井田东南部，主要为大板兔川，其他坑塘或内陆滩涂零散分布；公共管理与公共服务用地主要以一些公用设施为主；特殊用地主要包括部分土地庙宇等；其他用地主要包括一些裸土地和设施农用地，占比相对较小。

（二）矿区永久基本农田

根据府谷县最新的“三区三线”数据划定成果，矿区内永久基本农田主要为优质的旱地，分布在矿区北部及西部区域，面积为 161.99 hm^2。永久基本农田分布见图 2.4-1。经过对比可知，弘建煤矿地面建设工程场地均不占用永久基本农田。此外，弘建煤矿采矿属于地下开采，不存在挖损高等级土地情况，现场调查亦未发现挖损永久基本农田的现象。

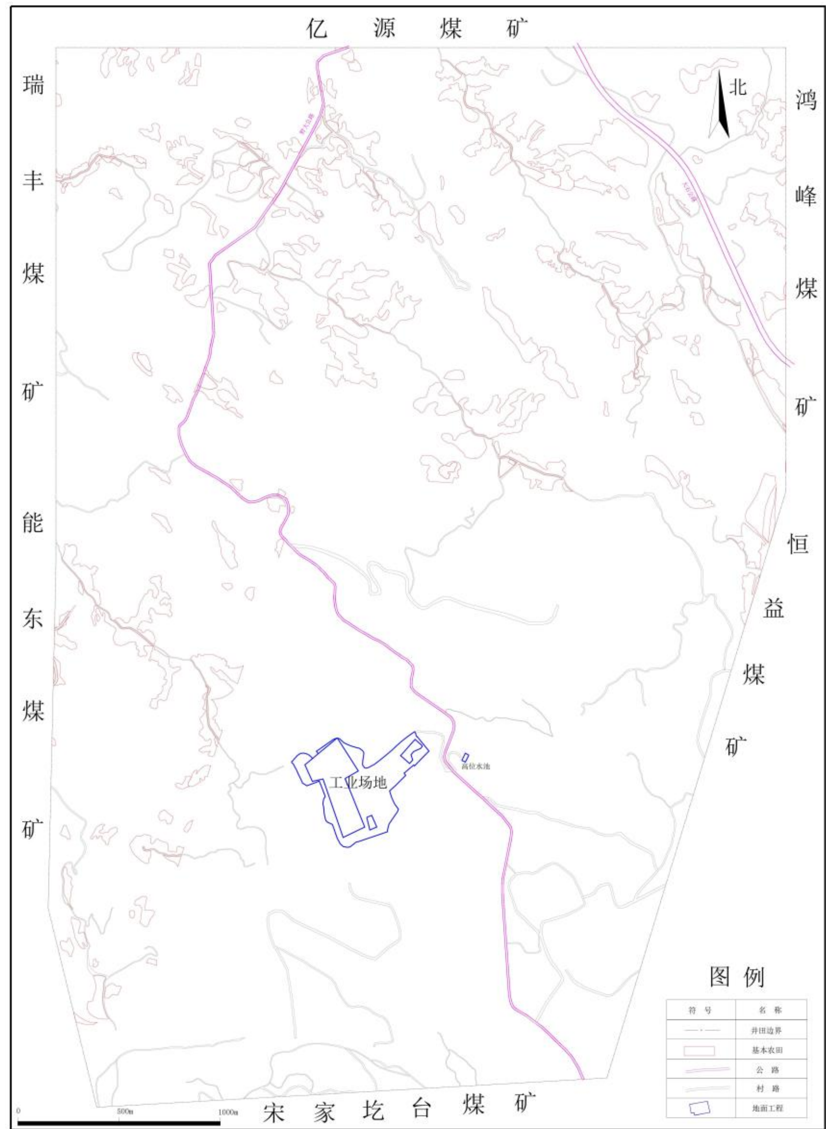


图 2.4-1　弘建煤矿矿区内永久基本农田分布图

五、矿山及周边其他人类重大工程活动

根据弘建煤矿四邻矿权设置图可知，弘建煤矿井田外存在亿源煤矿、瑞丰煤矿、能东煤矿等煤矿的生产活动，而弘建煤矿井田内除自身煤矿生产活动外，还包括村庄、工矿企业、道路、高压线塔等人类工程活动（图 2.5-1）。通过空间分布来看，井田内野大公路、大石公路及多条村道与输变电线路呈线形贯穿井田范围东西南北，而工矿企业及村庄呈面状聚集，形成了工程活动与矿产资源开发高度交织的格局；此外，交通高频通行，村庄持续建设、输变电线路定期运维及工矿企业高强度生产等活动，不仅对井田地质体稳定性造成直接扰动，还对井田开发布局、安全风险防控及生态环境保护提出较高的要求。综合分析评判，弘建煤

矿井田范围内及其周边人类工程活动剧烈。

图 2.5-1　弘建煤矿境内及周边人类工程活动分布图

（一）邻近煤矿

弘建煤矿是由原华兴煤矿、常兴煤矿、字峁沟煤矿南部整合而来，不存在矿权纠纷。而弘建煤矿邻近有 6 座煤矿（图 2.5-2 表 2.5-1），北部与亿源煤矿（照片 2.5-1）相邻，西部与瑞丰煤矿（照片 2.5-2）、能东煤矿（照片 2.5-3）接壤，南部为宋家圪台煤矿（照片 2.5-4），东部为鸿锋煤矿（照片 2.5-5）与恒益煤矿（照片 2.5-6），根据采掘资料与现场调查，邻近煤矿开采对本矿影响程度较轻。

表 2.5-1　相邻煤矿基本情况一览表

煤矿名称	面积（km²）	生产能力（Mt/a）	主采煤层	采煤方法	生产状态
亿源煤矿	14.0610	1.20	2^{-2}、3^{-1}	壁式综采	生产
瑞丰煤矿	11.3206	1.50	3^{-1}、3^{-2}、$5^{-2上}$、5^{-2}	壁式综采	生产
能东煤矿	5.6074	1.50	2^{-2}、3^{-1}、3^{-2}、$5^{-2上}$、5^{-2}	壁式综采	生产
宋家圪台煤矿	5.0122	0.30	3^{-2}	壁式炮采	生产
恒益煤矿	10.6303	0.90	2^{-2}、3^{-1}、3^{-2}	壁式综采	生产
鸿锋煤矿	11.0855	1.20	2^{-2}、3^{-1}、3^{-2}	壁式综采	生产

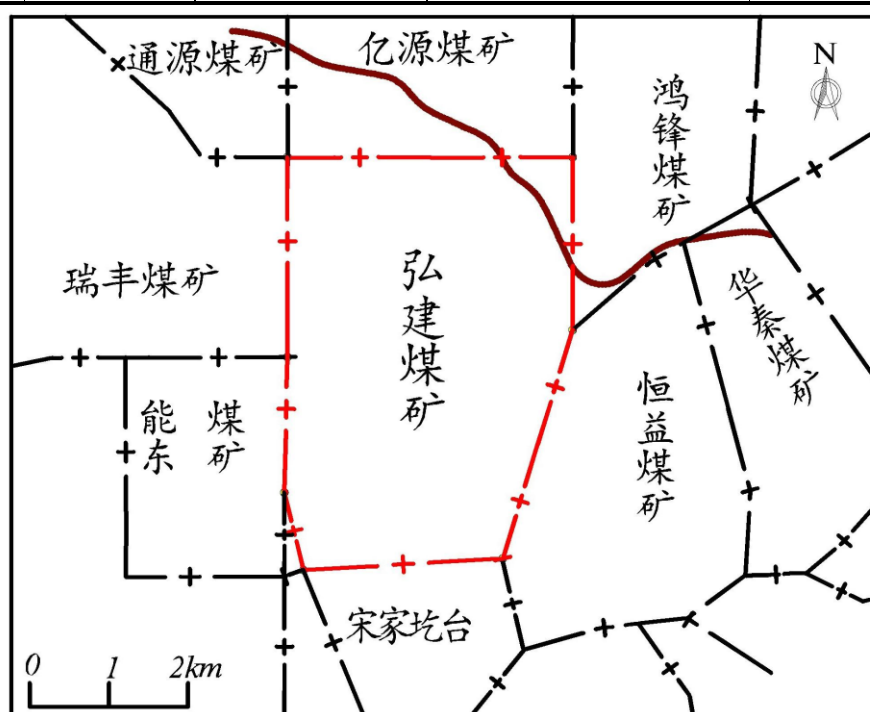


图 2.5-2　弘建煤矿周边煤矿分布



照片 2.5-1　亿源煤矿（镜向 SW）



照片 2.5-2　瑞丰煤矿（镜向 NE）



照片 2.5-3　能东煤矿（镜向 NW）



照片 2.5-4　宋家圪台煤矿（镜向 SE）



照片 2.5-5　鸿锋煤矿（镜向 SW）



照片 2.5-6　恒益煤矿（镜向 SE）

（二）村庄

弘建煤矿评估区内分布有 6 个自然村，共计 141 户，621 人，488 间房屋（表 2.5-2）。区内地形破碎，沟谷密集，表土结构疏松，植被稀少，自然条件差，生态环境脆弱，村庄稀疏，居住人口相对较少。据调查，评估区内村庄主要包括西北部紧邻野大公路的移民村、李家峁村、丁家伙盘村，南部紧邻野大公路的伙赖沟移民村，东北部的孛峁村，中部的康家沟村，西南部的板深沟村（照片 2.5-7~2.5-12）。除移民村外，其他村居民居住分散，村庄狭小，村庄多位于相对平坦的梁顶或沟谷底部，在相对平缓地带种植农田，对地质环境破坏甚微。村庄饮用水源为水井，含水层为第四系潜水，住房多为砖混结构房。按照开发利用方案及煤矿采掘工程图显示，上述村庄及住户房屋下均按要求留设保护煤柱，村庄保安煤柱按 15 m 围护带宽度留设。弘建煤矿于 2013 年与伙赖沟村签订了搬迁协

议，在工业场地西北侧梁顶建造伙赖沟新村集中安置房，实施伙赖沟村集体搬迁处置。但本次方案现场调查时，伙赖沟新村安置房于 2024 年 6 月陆续投入使用，居民搬迁后其原址旧房均未实施拆除及相关土地复垦。

表 2.5-2　弘建煤矿评估区范围内村庄住户

村名	户数	人口	房屋（间）	村名	户数	人口	房屋（间）
伙赖沟	29	132	120	丁家伙盘	16	80	52
康家沟	15	66	49	字峁村	11	42	31
移民村	28	120	90	板深沟	12	42	41
李家峁	15	75	51	零散住户	15	64	54



照片 2.5-7　伙赖沟村移民安置房（镜向 NE）



照片 2.5-8　康家沟村（镜向 NE）



照片 2.5-9　移民村、李家峁村及丁家伙盘村（镜向 N）



照片 2.5-10　板深沟村（镜向 NE）



照片 2.5-11　零散住户（镜向 N）



照片 2.5-12　孛峁村（镜向 SW）

（三）工矿企业

弘建煤矿井田范围内工业生产活动强烈，相关企业设施较多，包括地处伙赖沟右岸附近梁顶的府谷县万鑫公司及老高川变电所，伙赖沟左岸附近梁顶的府谷县金川鸿泰镁合金有限公司，朱太沟沟口右岸的府谷县远大能源有限公司，野大公路移民村南部的府谷县巨亨商砼有限责任公司，常房梁沟沟脑右岸的陕西天宇镁业集团，以及板深沟村内的府谷鑫万源煤焦化综合加工有限责任公司（照片2.5-13~2.5-19）。上述工矿企业建设对地质环境破坏强烈。



照片 2.5-13　府谷县万鑫公司（镜向 SW）



照片 2.5-14　老高川变电所（镜向 NE）



照片 2.5-15　金川鸿泰镁合金有限公司（镜向 SE）



照片 2.5-16　远大能源有限公司（镜向 SW）





照片 2.5-17　巨亨商砼有限责任公司（镜向 NE）**照片 2.5-18　陕西天宇镁业集团**（镜向 NW）



照片 2.5-19　鑫万源煤焦化综合加工有限责任公司（镜向 E）

（四）公路

弘建煤矿井田范围内主要涉及的公路有两条，分别为大石公路和野大公路。大石公路从井田东北部通过（照片 2.5-20），为一级公路，区内长度约 1.9 km；野大公路从井田南北向中部通过（照片 2.5-21），区内长度约 7.7 km，为二级公路。



照片 2.5-20　大石公路（镜向 NW）



照片 2.5-21　野大公路（镜向 NW）

（五）其他

煤矿井田范围内分布约 15 条 110 kv 高压输电线路(图 2.5-3 及照片 2.5-22)，

约 133 个高压线塔（表 2.5-3），沿村庄之间分布低压输电线路（照片 2.5-23）。同时矿区北部边界居中山梁上还存在庙宇一座（照片 2.5-24），在工业场地北侧存在戏台一座（照片 2.5-25）。

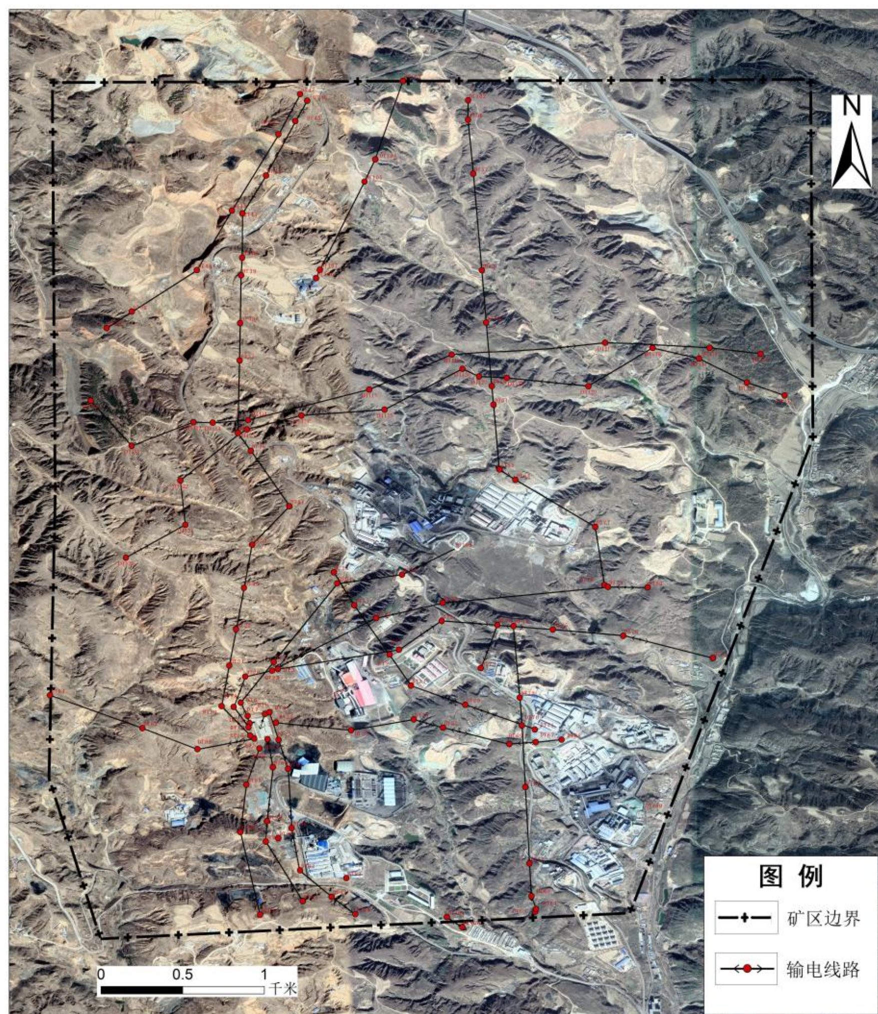


图 2.5-3　弘建煤矿井田内高压输电线路



照片 2.5-22　高压输电线路（镜向 SW）



照片 2.5-23　低压输电线路（镜向 NW）



照片 2.5-24　山梁小庙（镜向 NW）



照片 2.5-25　工业场地北侧戏台（镜向 SW）

表 2.5-3　井田范围内高压线塔坐标（2000 坐标）

电塔编号	坐标（X）	坐标（Y）	电塔编号	坐标（X）	坐标（Y）
DT1			DT68		
DT2			DT69		
DT3			DT70		
DT4			DT71		
DT5			DT72		
DT6			DT73		
DT7			DT74		
DT8			DT75		
DT9			DT76		
DT10			DT77		
DT11			DT78		
DT12			DT79		
DT13			DT80		
DT14			DT81		
DT15			DT82		
DT16			DT83		
DT17			DT84		
DT18			DT85		
DT19			DT86		
DT20			DT87		
DT21			DT88		
DT22			DT89		
DT23			DT90		
DT24			DT91		
DT25			DT92		
DT26			DT93		

DT27			DT94		
DT28			DT95		
DT29			DT96		
DT30			DT97		
DT31			DT98		
DT32			DT99		
DT33			DT100		
DT34			DT101		
DT35			DT102		
DT36			DT103		
DT37			DT104		
DT38			DT105		
DT39			DT106		
DT40			DT107		
DT41			DT108		
DT42			DT109		
DT43			DT110		
DT44			DT111		
DT45			DT112		
DT46			DT113		
DT47			DT114		
DT48			DT115		
DT49			DT116		
DT50			DT117		
DT51			DT118		
DT52			DT119		
DT53			DT120		
DT54			DT121		
DT55			DT122		
DT56			DT123		
DT57			DT124		
DT58			DT125		
DT59			DT126		
DT60			DT127		
DT61			DT128		
DT62			DT129		
DT63			DT130		
DT64			DT131		
DT65			DT132		
DT66			DT133		
DT67					

（六）煤矿近期开采影响地表建（构）筑物情况

如图 2.5-4 所示，弘建煤矿未来五年（2025-2029 年）预计开采二盘区剩余 3^{-1} 煤，包括 23108、23109、23110 及 23114 工作面；同时开采一盘区与二盘区 3^{-2} 煤，包括 13202、13203、23201、23202、23203 及 23204 工作面。上述工作面的开采可能影响到的地表村庄包括移民村、李家峁村、丁家伙盘村及字峁村；可能影响到的道路包括野大公路、移民村西北侧土路、巨亨商砼公司东侧土路及沙沙沟土路；此外，煤矿近期开采可能影响到的野大公路北段两侧三条输变电线路及塔基。

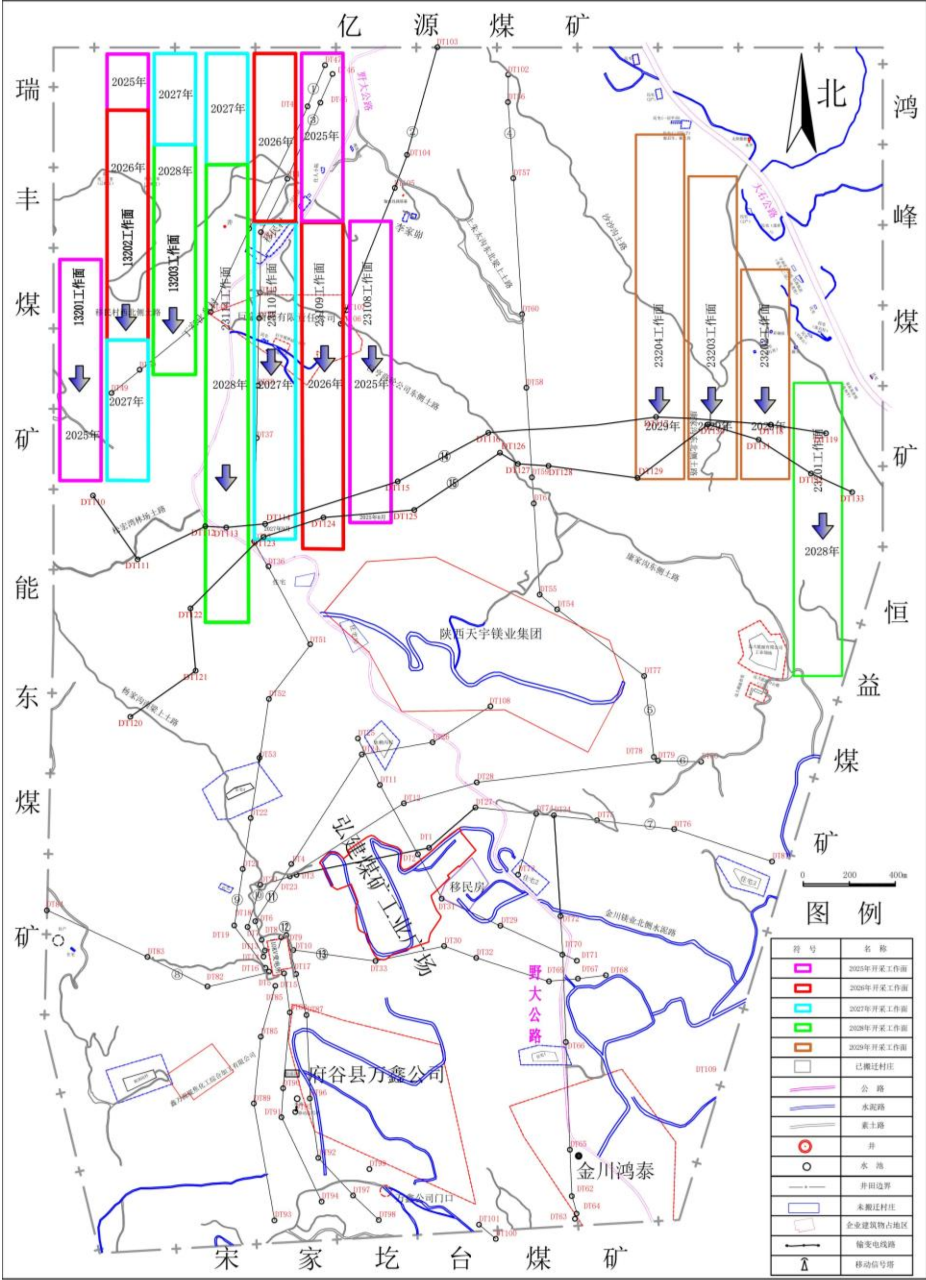


图 2.5-4　弘建煤矿近期开采影响到地表建（构）筑物分布情况

六、矿山及周边矿山地质环境治理与土地复垦案例分析

（一）上期方案适用期内容及实施情况分析

1、上期方案适用期基本内容

弘建煤矿于 2019 年 2 月完成了“府谷县弘建煤矿有限公司府谷县老高川乡弘建煤矿矿山地质环境保护与土地复垦方案”并于 2019 年 5 月取得陕西省自然资源厅公告文件。方案服务年限为 30.8 年，服务期限包括近期 5 年（2019 年~2023 年），中期 18 年（2024 年~2041 年），后期 8 年（2042 年~2049 年）。设计矿山地质环境保护与土地复垦静态总投资 16677.87 万元，适用期静态投资费用 2443.55 万元，其中矿山地质环境治理费用 378.59 万元，土地复垦费用 2064.96 万元。

原方案适用期内矿山地质环境保护与土地复垦工程部署计划见表 2.6-1，分年度投资情况见表 2.6-2。

表 2.6-1　上期方案适用期治理工程部署任务表

年度	治理措施	
	矿山地质环境治理措施及工程量	土地复垦措施及工程量
2019 年	维修乡村道路 516.6m^2；警示牌 5 个；设置 40 个地面塌陷监测点，4 个地下水位监测点，6 个水土污染监测点；地质灾害变形监测 408 次；含水层水位测量 4416 次、简分析 16 组；遥感监测 19.85km^2；水污染监测 8 组、土壤分析 4 组。	裂隙填充土方 2683m^2，表土剥覆土方 5292m^3，平整土方 25586m^3，土壤翻耕 2.86hm^2，清理工程 16416m^3，栽植樟子松等乔木 15601 株，紫穗槐 24284 株，撒播草种 13.16hm^2，土地损毁、质量监测 200 次，复垦植被监测 120 次、设施监测 140 次，林地管护 7.05hm^2，草地管护 13.16hm^2。
2020 年	维修乡村道路 243m^2，地质灾害变形监测 408 次；含水层水位测量 4416 次、简分析 16 组；遥感监测 19.85km^2；水污染监测 8 组、土壤分析 4 组。	裂隙填充土方 3715m^3，表土剥覆土方 7327m^3，平整土方 19921m^3，土壤翻耕 3.96hm^2，栽植樟子松 1397 株，紫穗槐 13420 株，撒播草种 18.22hm^2，土地损毁、质量监测 200 次，复垦植被监测 120 次、设施监测 140 次，林地管护 9.76hm^2，草地管护 18.22hm^2。
2021 年	维修乡村道路 574.74m^2，地质灾害变形监测 408 次；含水层水位测量 4416 次、简分析 16 组；遥感监测 19.85km^2；水污染监测 8 组、土壤分析 4 组。	裂隙填充土方 4953m^3，表土剥覆土方 9770m^3，平整土方 26562m^3，土壤翻耕 5.28hm^2，栽植樟子松 1862 株，紫穗槐 17893 株，撒播草种 24.30hm^2，土地损毁、质量监测 200 次，复垦植被监测 120 次、设施监测 140 次，林地管护 13.02hm^2，草地管护 24.30hm^2。

2022 年	地质灾害变形监测 408 次；含水层水位测量 4416 次、简分析 16 组；遥感监测 19.85km²；水污染监测 8 组、土壤分析 4 组。	裂隙填充土方 4127m³，表土剥覆土方 8141m³，平整土方 22135m³，土壤翻耕 4.40hm²，栽植樟子松等乔木 1552 株，紫穗槐 14911 株，撒播草种 20.25hm²，土地损毁、质量监测 200 次，复垦植被监测 120 次、设施监测 140 次，林地管护 10.85hm²，草地管护 20.25hm²。
2023 年	维修乡村道路 504.36m²，地质灾害变形监测 408 次；含水层水位测量 4416 次、简分析 16 组；遥感监测 19.85km²；水污染监测 8 组、土壤分析 4 组。	裂隙填充土方 5159m³，表土剥覆土方 10177m³，平整土方 27669m³，土壤翻耕 5.51hm²，栽植樟子松 1940 株，紫穗槐 18639 株，撒播草种 25.31hm²，土地损毁、质量监测 200 次，复垦植被监测 120 次、设施监测 140 次，林地管护 13.56hm²，草地管护 25.31hm²。

表 2.6-2　上期方案适用期治理工程分年度投资表

年度	各年度静态投资（万元）		小计（万元）
	矿山地质环境	土地复垦	
2019 年	171.06	1104.50	1275.56
2020 年	50.88	195.26	246.14
2021 年	54.96	267.67	322.63
2022 年	48.08	220.57	268.65
2023 年	53.88	276.96	330.84
合计	378.59	2064.96	2443.55

2、上期方案适用期内执行验收情况

（1）适用期验收情况

2024 年 7 月 10 日，榆林市自然资源和规划局组织相关专家和相关部门代表，对府谷县弘建煤矿有限公司府谷县老高川乡弘建煤矿矿山地质环境保护与土地复垦适用期（2019 年-2023 年）工作进行现场验收。

验收组认为：府谷县弘建煤矿有限公司府谷县老高川乡弘建煤矿《两案》适用期部署的任务除监测类项目外，工程类项目实施超过 70%；已验收工程的施工过程资料、监理资料、建设管理资料基本完整；工程的外观质量总体满足要求；年度计划和年度验收制度执行基本满足要求，适用期《总结报告》提交资料基本详实、内容基本全面。适用期工作基本满足《陕西省矿山地质环境治理恢复技术要求与验收办法》（陕自然资规[2019]5 号））、《关于印发〈陕西省矿山地质环境治理恢复与土地复垦基金实施办法〉的通知》（陕自然资规[2024]1757 号）相关规范要求。适用期验收项目符合基金使用范围的有 5 项，其中工程类 4 项，监测类 1 项，共计使用基金　　　　万元。

经过现场调查与查询矿方相关资料，弘建煤矿围绕上期方案开展矿山地质环境治理与土地复垦工作，其主要治理工程起始于 2022 年，2019 年-2021 年矿方仅完成滑坡 H1 人工巡查、含水层、地形地貌景观以及水土环境方面的人工巡查，缺乏实质性的治理和复垦工作。因此，适用期验收仅有 2022 年与 2023 年度验收作为支撑，近期弘建煤矿正申请进行 2024 年度相关治理工程验收。

（2）年度验收情况

1）2022 年度验收

2024 年 3 月 8 日，府谷县自然资源和规划局组织相关专家和相关部门代表，对弘建煤矿矿山地质环境保护与土地复垦适用期 2022 年度工作进行现场验收。共验收了 3 个施工项目，包括原废弃工业场地土地复垦工程、3102-3107 工作面采空塌陷区土地复垦工程及现工业场地南侧土地复垦工程。验收项目总费用　万元，于 2024 年 5 月 29 日取得专家意见。

弘建煤矿 2022 年度治理计划中共布置单项工程 7 项，分别为废弃砖厂土地复垦工程、原废弃工业场地土地复垦工程、长方梁村废弃宅基地拆除复垦工程、3102-3127 工作面采空塌陷区土地复垦工程、现工业场地南侧土地复垦工程、板深沟土地复垦工程及炸药库堆渣区开发式治理+配套供水工程。经过调查对比，弘建煤矿 2022 年度仅实施且成功验收了原废弃工业场地土地复垦工程、3102-3107 工作面采空塌陷区土地复垦工程及现工业场地南侧土地复垦工程，而炸药库堆渣区开发式治理工程目前仍在实施，预计 2025 年之前完工并申请验收，其余工程均因各类客观原因未能实施。

2）2023 年度验收

2025 年 1 月 8 日，府谷县自然资源和规划局组织相关专家和相关部门代表，对弘建煤矿矿山地质环境保护与土地复垦适用期 2023 年度工作进行现场验收。共验收了 6 个施工项目，符合基金使用条件。验收项目费用　　万元，于 2025 年 1 月 24 日取得专家意见。

弘建煤矿 2023 年度治理计划中共布置单项工程 5 项，分别为弘建煤矿伙赖沟 23113 工作面采空塌陷治理与排洪除险工程、原字峁沟煤矿 G336 西侧压占土地复垦工程、弘建煤矿道路边坡治理及生态修复工程、长方梁通村道路工程及 2019-2024 年度地质环境监测。经过调查对比，弘建煤矿 2023 年度仅实施且成功

验收了长方梁通村道路工程与 2019-2024 年度地质环境监测，而弘建煤矿道路边坡治理及生态恢复工程当前已实施完成但未验收，其余工程未实施。

3、上期方案执行情况分析

《两案》中计划适用期内开采的工作面为 3103、3105 和 3107 工作面。部署的适用期各年度地质环境治理项目执行率约 69.23%，详见表 2.6-3；部署的土地复垦项目执行 100%，详见表 2.6-4。表 2.6-5 为煤矿于 2019-2023 年实施的所有矿山地质环境治理工程与土地复垦工程完成情况及效果分析，并基于未完成工程的可实施性考虑部分工程纳入本次方案设计中。

表2.6-3　适用期各年度地质环境治理计划完成情况表

实施年度	治理对象	矿山地质环境治理	执行情况	未执行缘由	备注
2019.6-2020.5	1、H1滑坡	设置H1位移、倾斜变形监测点；人工巡查	人工巡查36次		
	2、野大公路及乡村道路	设立5个地面塌陷警示牌；对受损道路进行维修治理；人工巡查	设立5个地面塌陷警示牌	无沥青、水泥道路受损，局部素土路面矿方自行人工修复，未列入工程	
	3、3103工作面塌陷区	设置39个地面沉陷监测点；3103采空区土壤污染监测；人工巡查	人工巡查24次		
	4、S1～S4监测井	S1～S4地下水监测点布置；	已执行		
	5、在工业场地矿井水排放口、伙赖沟	工业场地矿井水排放口、伙赖沟水体污染监测；人工巡查	人工巡查30次		
2020.6-2021.5	1、3103、3105工作面开采损毁土地	继续对地质灾害、含水层、地形地貌景观、水土污染进行监测；人工巡查	人工巡查24次		
	2、乡村道路	对受损的乡村道路进行维护修复	未执行	无沥青、水泥道路受损，局部素土路面矿方自行人工修复，未列入工程	
2021.6-2022.5	1、3105工作面开采损毁土地	继续对地质灾害、含水层、地形地貌景观、水土污染进行监测；人工巡查	人工巡查24次		
	2、乡村道路	对受损的乡村道路进行维护修复	未执行	无沥青、水泥道路受损，局部素土路面矿方自行人工修复，未列入工程	
2022.6-2023.5	1、3105、3107工作面开采损毁土地	继续对地质灾害、含水层、地形地貌景观、水土污染进行监测；人工巡查	人工巡查24次		
	2、乡村道路	对受损的乡村道路进行维护修复	未执行	无沥青、水泥道路受损，局部素土路面矿方自行人工修复，未列入工程	
2023.6-2024.5	1、3107工作面开采损毁土地	继续对地质灾害、含水层、地形地貌景观、水土污染进行监测；人工巡查	人工巡查30次		
	2、乡村道路	对受损的乡村道路进行维护修复	已执行		

此外，弘建煤矿在适用期内还开采了23101~23107和23111~23113工作面，针对这些开采工作面，煤矿对地质灾害、含水层、地形地貌景观、水土污染进行监测，实施工程“2019-2024年度地质环境监测”；这些区域内无沥青、水泥道路受损，素土路面人工修复未列入工程。

表2.6-4　适用期各年度土地复垦计划完成情况表

实施年度	治理复垦对象	治理/复垦措施	执行情况	未执行缘由	备注
2019.6-2020.5	1、已沉陷损毁土地	已沉陷损毁区实施裂隙充填工程、植被恢复、实施部分耕地平整工程；	2022年实施“3102~3107工作面采空塌陷区土地复垦工程”		
	2、整合前煤矿废弃工业场地	对整合前煤矿废弃场地实施清理工程、植被恢复工程，复垦面积18.24hm^2；	2022年实施“原废弃工业场地土地复垦工程”、“板深沟土地复垦工程”2023年实施“原字卯沟煤矿G336西侧压占土地复垦工程”		
	3、3103工作面开采损毁土地	对3103工作面实施土地损毁监测、填充当年产生的裂缝、补植受沉陷影响的林地苗木，对草地实施撒播草种，复垦面积21.99hm^2。	2022年实施“3102~3107工作面采空塌陷区土地复垦工程”		
2020.6-2021.5	1、3103、3105工作面开采损毁土地	复垦3103、3105工作面产生的损毁土地面积30.45hm^2，填充当年及前一年裂缝 2、补植受沉陷影响的林地苗木，对草地实施撒播草种、植被重建和道路修复 3、实施土地损毁监测措施、植被恢复监测措施和管护工程	2022年实施“3102~3107工作面采空塌陷区土地复垦工程”		
2021.6-2022.5	1、3105工作面开采损毁土地	1、复垦3105工作面产生的损毁土地面积40.60hm^2，包括土地平整、田间道路、生产路修建、植被重建和道路修复 2、继续实施监测与管护措施	2022年实施“3102~3107工作面采空塌陷区土地复垦工程”		
2022.6-2023.5	1、3105、3107工作面开采损毁土地	1、复垦3105、3107工作面产生的损毁土地面积33.83hm^2，包括裂隙填充、土地平整、植被重建和道路修复 2、继续实施监测和管护措施	2022年实施“3102~3107工作面采空塌陷区土地复垦工程”		
2023.6- 2024.5	1、3107工作面开采损毁土地	1、复垦3107工作面产生的损毁土地面积42.29hm^2，包括裂隙填充、土地平整、植被重建和道路修复 2、继续实施监测和管护措施	2022年实施“3102~3107工作面采空塌陷区土地复垦工程”		

此外，弘建煤矿在适用期内还开采了23101~23107和23111~23113工作面，针对这些工作面引起的地面塌陷，结合《方案》要求沉稳期为2年，弘建煤矿2024年申请通过了年度计划工程“23101-23106工作面采空塌陷区土地复垦工程”（暂未实施）、“伙赖沟23113工作面采空塌陷治理与排洪除险工程”（暂未实施），其余工作面未引起严重的地面塌陷或未达沉稳期，暂无治理计划。

表2.6-5　上期方案设计的矿山地质环境治理及土地复垦工程完成效果分析

序号	年度	项目名称	实施及验收情	未实施原因及实施效果分析		
				实施前	实施后	未实施原因/已实施效果分析/是否考
1	2022年度	废弃砖厂土地复垦工程	未实施	/	/	存在土地权属问题，矿方难以实施，本次方案不考虑纳入。
2		长方梁村废弃宅基地拆除复垦工程	未实施	/	/	2025 年之前未签署搬迁协议，未实施原住村民集体搬迁；2025 年 9 月搬迁协议已签署，将其纳入本期方案。
3		现工业场地南侧土地复垦工程	已实施且验收			经过边坡治理、土地复垦，斜坡表面已覆盖草类植被，且覆盖率高，上部地表已复垦为耕地。
4		板深沟土地复垦工程	未实施	/	/	存在土地归属问题，协调难度大，治理工程难以实施，本次方案不考虑纳入。
5		炸药库堆渣区开发式治理+配套供水工程	正在实施			上期未完结工程，坡脚挡墙稳固了堆积体边坡，坡面格构工整美观，坡面植被正处于生长期，坡顶大棚建设可为矿区村民蔬菜供应提供便利，同时为矿区提供一定的就业岗位，拉动地方经济。近期即将验收，本次不考虑纳入。
6		原废弃工业场地土地复垦工程	已实施且验收			通过土地复垦，将损毁土地复垦为耕地，提高了土地利用等级，增加了耕地数量，同时提高了矿区植被覆盖率。

7	2023年度	3102-3107工作面采空塌陷区土地复垦工程	已实施且验收			通过裂缝填充，植被补种等技术手段，降低了地面塌陷对土地的损毁程度，同时增大了矿区采煤沉陷区植被覆盖率。
8		弘建煤矿伙赖沟23113工作面采空塌陷治理与排洪除险工程	未实施	/	/	矿方未及时实施，拟转入下一年度计划。现场调查，上覆地表塌陷不明显，沟道内已有排洪管道。本次方案不考虑纳入。
9		原字卯沟煤矿G336西侧压占土地复垦工程	未实施	/	/	矿方未及时实施，拟转入下一年度计划。现场调查，属于采动沉陷区的一部分，本次方案已归入已沉陷区治理。
10		弘建煤矿道路边坡治理及生态恢复工程	已实施未验收			通过修建挡墙稳定了进场道路边坡，坡面植被补种提高了边坡植被覆盖率。近期即将验收，本次方案不考虑纳入。
11		长方梁通村道路工程	已实施且验收			前期对坡面实施了植生袋坡面草籽撒播，坡面绿化效果好，植被覆盖率显著提高，但因人工边坡坡度较大，雨季产生局部垮塌。本次方案将其作为不稳定斜坡考虑实施治理，纳入本方案。

4、上期方案执行工程简述

（1）滑坡巡查、道路维修及设置警示牌

弘建煤矿上期方案近期治理工程主要包括针对滑坡H1开展人工巡查，并对采空塌陷地带设立警示牌（照片2.6-1），对损坏的乡村土路进行维修等。经过本次现场调查与矿方人员沟通，并查询监测留底资料，滑坡巡查每月2次，对受损的道路进行了简易维修（照片2.6-2），累计维修长度约0.8 km，宽度约3 m，实际约2400 m^2，已完成上期方案适用期内道路维修治理任务。



照片 2.6-1　设置警示牌　（镜向 SE）



照片 2.6-2　塌陷道路维修（镜向 SW）

（2）矿山地质环境监测

弘建煤矿在上期方案中，针对不稳定地质体、含水层、地形地貌景观及水土环境这四类对象设计了相应的监测方案。根据本次调查与资料总结，煤矿在上个方案执行期间仅仅完成了部分不稳定地质体、含水层、地形地貌景观及水土环境方面的人工巡查，其他监测内容缺失。

（3）裂缝充填

煤矿对裂缝实施“边开采、边填充”的措施。对已出现裂缝伴生裂隙及时采用细沙充填并撒播紫花苜蓿草籽、塌陷坑及时填平修复（照片 2.6-3），对沉稳后的地面塌陷及伴生裂缝进行人工、机械相结合的方式进行治理，恢复面积 150.87 hm^2。同时对采空塌陷区损坏的植被实施补种（照片 2.6-4）。



照片 2.6-3　裂缝充填（镜向 NW）



照片 2.6-4　植被补种（镜向 NW）

（4）其他矿山地质环境治理与土地复垦工程落实情况

1）原废弃工业场地土地复垦工程（2022 年度）

原字峁沟煤矿工业场地在建设过程中在场地的东侧、西侧和北侧形成高边坡

（照片 2.6-5~2.6-8），坡体最高约 35m，坡度约 50°，坡面黄土裸露，垂直裂隙发育，坡脚分布堆积物，在降雨等诱发下可能引发小型滑坡、崩塌等不稳定地质体失稳，进一步损毁土地资源，并对场地下部农村道路上路过的车辆和行人生命财产安全造成危害。通过采取坡面危岩清理+煤层封堵+挡墙工程对高边坡进行治理，消除了危岩掉落隐患，保护了影响范围内生产生活安全。坡上种植油松，恢复原有地貌景观。



照片 2.6-5　原字峁沟煤矿场地东侧边坡（镜向 NE）



照片 2.6-6　东侧边坡治理后实况（镜向 NE）



照片 2.6-7　原字峁沟煤矿场地西侧高边坡（镜向 SW）



照片 2.6-8　西侧高边坡治理后实况（镜向 SW）

原常兴煤矿工业场地在建设过程中在场地的西北侧和东北侧形成高边坡。西北侧边坡上部黄土层厚度约 8m，下部为松散的砂泥岩互层，坡面裸露（照片 2.6-9~2.6-10），垂直裂隙发育，坡度约 80°。东北侧边坡为黄土边坡（照片 2.6-11~2.6-12），高约 16m，坡度约 80°，坡面黄土裸露，黄土裂隙发育。该两处边坡在降雨等诱发下可能引发小型滑坡或崩塌，进一步损毁土地资源。通过分级削坡、种植油松、修建截排水沟等措施，排除不稳定地质体隐患、增加绿化、恢复生态。




照片 2.6-9 原常兴煤矿场地西北侧高边坡（镜向 NW） **照片 2.6-10 西北侧高边坡治理后实况（镜向 NW）**




照片 2.6-11 原常兴煤矿场地西北侧高边坡（镜向 NW） **照片 2.6-12 西北侧高边坡治理后实况（镜向 NW）**

2）长方梁通村道路工程（2023 年度）

设计长方梁新村双向车道通村道路，道路东侧与野大路相连、西侧与现状村内道路相接，道路设计起止桩号为 K0+000~K0+388，新建 8 m 宽混凝土道路 388 m，道路两侧新建排水沟 664 m，钢筋混凝土管涵安装 20 m，道路右侧挂铁丝网喷播绿化 2080 m^2。治理前后情况见照片 2.6-13。

3）工业场地南侧土地复垦（2022 年度）

弘建煤矿工业广场南侧场地弃土形成的边坡最高约 32 m，边坡坡度约 40°，坡面采用防尘网简易遮盖，局部受自重、降雨冲刷等影响，出现变形垮塌，坡脚分布堆积物。该场地东侧为自然沟道，受弃土影响，沟道部分区域形成了淤塞，雨季时沟道汇水对弃渣场坡脚的冲刷也加剧了边坡的进一步垮塌，在其诱发下可能引发小型滑坡，堵塞沟道。

该工程通过浅层喷射注浆+沟道填充+拦渣坝+坡面整理+坡面植被护坡+排水工程+管护工程的治理措施，有效防止了坡面垮塌及进一步破坏，消除安全隐患，增加了厂区绿化面积（照片 2.-14~2.6-15）。



照片 2.6-13　长方梁通村道路建造前后实况（镜向 E）





照片 2.6-14 工业场地南侧弃土场（镜向 NW）**照片 2.6-15 南侧边坡及土地治理**（镜向 N）

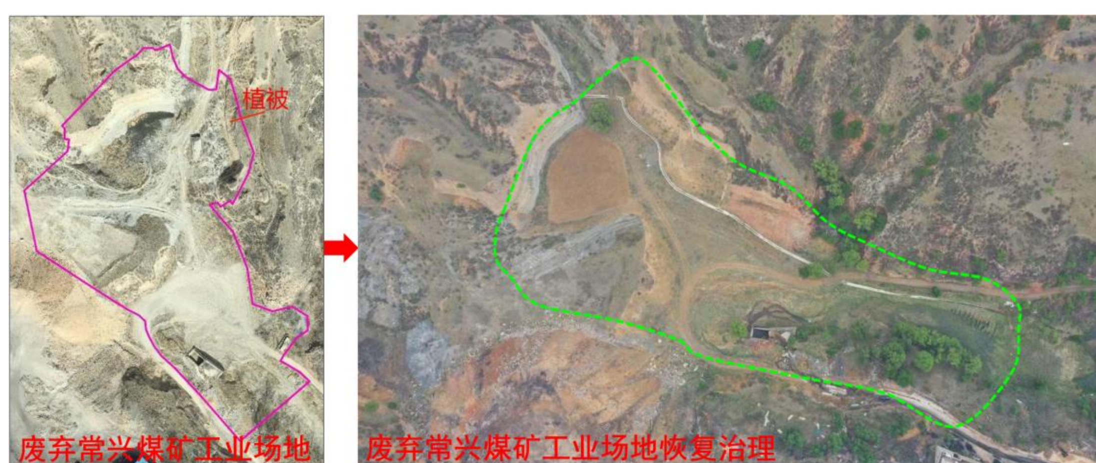
4）原废弃煤矿工业场地土地复垦（2022 年度）

经过现场调查核实，矿方已完成了对原三处废弃煤矿工业场地（原华兴煤矿工业场地、原常兴煤矿工业场地及原字峁煤矿工业场地）的拆除、平整以及土壤重构（照片 2.6-16~2.6-18），上述复垦工程均已进行了治理验收，验收相关文件详见附件。

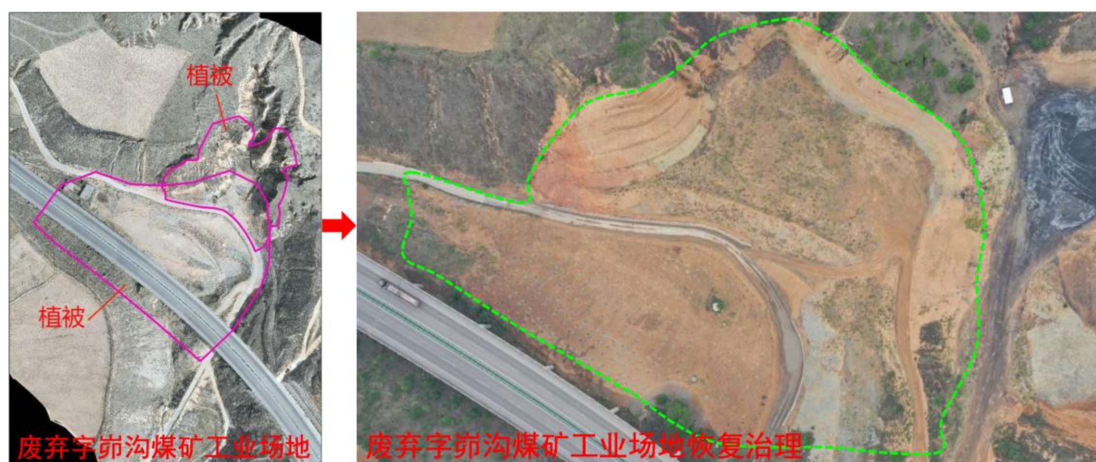
通过对上述三处废弃工业场地实施土地复垦，不仅恢复了损毁土地的功能，同时增大了耕地面积，提升了矿区绿化，进一步提升了矿区地质环境质量，完善了矿区生态系统。



照片 2.6-16　废弃华兴煤矿工业场地恢复治理前后对比（镜向 N）



照片 2.6-17　废弃常兴煤矿工业场地恢复治理前后对比（镜向 NW）

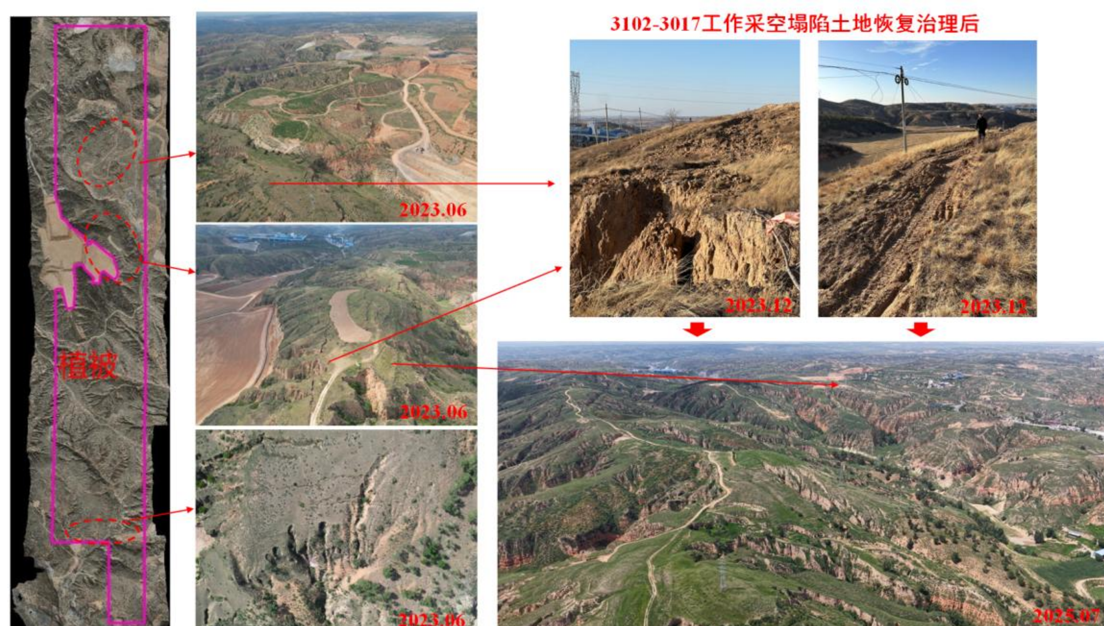


照片 2.6-18　原字峁沟煤矿工业场地恢复治理前后对比（镜向 NE）

5）3102-3107 工作面地表土地复垦工程（2022 年度）

3102-3107 工作面位于矿区西侧一盘区，采掘 3^{-1} 煤后造成地表塌陷。塌陷区内及周边出现较多的地面裂缝，裂缝发育长 15~60 m 不等，裂缝宽 10~60 cm，可见深度 0.4~1.5 m，走向共两组，分别为近东西走向和近南北走向，塌陷损毁

范围内土地利用类型以林、草地为主。根据采空塌陷区的自身规模、威胁对象、治理成本以及治理周期，通过采用对采空塌陷区塌陷裂缝进行填充工程、土壤改良、植被补植补种、植被管护及设立警示牌等，减少了因开采工程对矿区土地资源损毁，保护了矿区的生态环境（照片 2.6-19）。



照片 2.6-19　3102-3107 工作面地表土地复垦前后对比（镜向 NE）

6）炸药库堆渣区开发式治理（2024 年度）

矿方针对炸药库堆渣区实施了开发式治理，采用拦渣墙+浅层注浆+边坡修整+拱形护坡+植被护坡+截水工程+管护工程的方式实现场地一期准备，然后采用覆土+冬暖式大棚建设+附属工程+管护工程的方式进行开发式治理，最后搭建配套供水工程已完成治理与复垦。目前，该项目正在进行配套供水工程施工（照片 2-6-20），未完成治理验收。



照片 2.6-20　炸药库弃土弃渣区复垦治理前后（镜向 NE）

综上所述，上期方案中在适用期布置的裂缝充填、塌陷区受损道路修复均已完成，矿山地质环境监测任务截至 2025 年之前部分任务亦已完成；已完成验收的矿山地质环境治理工程及土地复垦措施均已实施基金回退。总之，弘建煤矿作为生产矿井严格落实矿山地质环境治理和土地复垦工程，上期方案及上一年度未完成的矿山地质环境治理与土地复垦内容经过分析后选择可实施的工程纳入本方案统一重新部署安排，煤矿按照审批后的方案落实。

5、本方案与上期方案衔接情况说明

本方案是在上期“方案”的基础上编制完成，在编制本方案之前，首先对上期方案进行了全面了解，部分应用了上期方案对于矿山建设工程以及矿区基础信息的介绍。其次，针对上期方案所涉及的不稳定地质体发育情况以及地形地貌、含水层、土地资源的破坏情况再次进行深入调查、分析及预测，最后，针对上次方案所设计的治理监测工程、工程量统计以及资金预算等内容进行分析，将部分成果应用于本期矿山地质环境保护与土地复垦方案中，最终完成本次方案编写。

本方案对未完成的工程处理措施一是细化工程部署，明确到责任人；二是本次将部分历史遗留的矿山地质环境和土地损毁问题纳入本方案，确保矿山企业可以启用矿山地质环境治理恢复与土地复垦基金来实施历史未完成工程。

根据对弘建煤矿上期方案执行情况总结，如表 2.6-3 与表 2.6-4 所示，上期方案矿山地质环境治理工程未完成或未执行的包括：缺少 1 处监测点布设；缺少对损坏道路维修的实施。分析其未执行的原因在于，上期方案所列的适用期煤矿开采未对水泥道路造成明显的沉陷损毁，局部素土路面矿方自行人工修复，未列入工程。此外，上期方案在执行过程中，由于矿方技术经验欠缺，未能在矿山地质环境监测方面形成良好的记录，故监测成果总结未到位。本期方案将对矿山地质环境监测进行精细化设计，给出具体的监测要求与指标。此外，上期方案适用期所罗列的土地复垦工程，经过适用期验收和年度治理验收，矿方已基本完成。本期方案将基于近期已沉陷区域和预测拟沉陷区域开展土地复垦方案设计。

再者，上期方案对滑坡 H1 仅布设了一处监测点，实施位移、倾斜监测，并连同人工巡查的方式确保滑坡的监管。适用期验收表明，上期方案中设计的滑坡监测未实施，仅人工巡查工作进行了实施；此外针对地面塌陷 TX1 与 TX2 上期方案设计的工程亦是 4 处监测点，但监测工作未实施。本次方案在进行地质环境

治理工程设计时，考虑滑坡危害程度弱，危险性小，故未将其纳入本次方案治理及防控对象；上期方案地面塌陷 TX1 在本次方案调查中，因及时开展裂缝充填及土地复垦，已消除隐患；地面塌陷 TX2 在本次方案调查中未发现地面开裂等破坏迹象，故未将其纳入本方案不稳定地质体分析及评述中。

最后，经过补充调查，弘建煤矿于 2022 年及 2023 年分别委托西安西科产业发展有限责任公司及信电综合勘察设计研究院有限公司编制了 2022 年与 2023 年矿山地质环境治理恢复与土地复垦年度工程治理计划。其中 2022 年度在上期方案内容之外新增单项工程 5 项，2023 年度在上期方案内容之外新增单项工程 4 项。截至 2025 年 7 月 30 日，经过现场补充调查，确认上述 9 项新增治理工程已有 2 项完成施工，且成功通过验收，剩余 7 项治理工程中除炸药库堆渣区开发式治理工程正在实施之外，其余工程未实施（表 2.6-6）。

表 2.6-6　弘建煤矿 2022 年与 2023 年新增治理工程实施及验收情况

序号	年度	项目名称	实施情况	未实施原因	是否验收	备注
1	2022年度	废弃砖厂土地复垦工程	未实施	存在土地权属问题，矿方难以实施	否	存在所有权问题，难以实施，本方案不考虑纳入
2		长方梁村废弃宅基地拆除复垦工程	未实施	搬迁协议未签署，居民未彻底搬迁	否	搬迁协议已签署，将其纳入本期方案
3		现工业场地南侧土地复垦工程	已实施	/	是	/
4		板深沟土地复垦工程	未实施	存在土地归属问题，矿方未实施	否	存在协调难度大，本次方案不考虑纳入
5		炸药库堆渣区开发式治理+配套供水工程	正在实施	/	否	上期未完结工程，近期即将验收，本次不考虑纳入
6	2023年度	弘建煤矿伙赖沟 23113 工作面采空塌陷治理与排洪除险工程	未实施	矿方未及时实施，拟转入下一年度计划	否	现场调查，上覆地表塌陷不明显，沟道内已有排洪管道。本次方案不考虑纳入
7		原字卯沟煤矿G336 西侧压占土地复垦工程	未实施	矿方未及时实施，拟转入下一年度计划	否	现场调查位于已沉陷区内，本次方案考虑纳入
8		弘建煤矿道路边坡治理及生态恢复工程	已实施	/	否	近期即将验收，本次方案不考虑纳入
9		长方梁通村道路工程	已实施	/	是	/

为了深入践行“绿水青山就是金山银山”的生态文明理念，按照府谷县“东治川、南治山、西治矿”战略定位和“山水林田湖草产矿人”九位一体综合治理工作思路，全面开展国土绿化行动，大力实施生态保护修复，助力推动黄河流域生态保护和高质量发展示范县建设。考虑将 2022 年度与 2023 年度新增治理工程中未完成且符合基金使用范围，且经过调查沟通后续可以实施并能起到矿山地质

环境保护与土地复垦价值的相关工程纳入本期方案中。

（二）基金提取及使用情况

根据《关于取消矿山地质环境治理恢复保证金建立矿山地质环境治理恢复基金的指导意见》（财建〔2017〕638 号）、《陕西省矿山地质环境治理恢复与土地复垦基金实施办法》（陕国土资发〔2018〕92 号）（2024 年底废止），弘建煤矿与府谷县自然资源和规划局、长安银行府谷县河滨路支行于 2022 年签订了《矿山地质环境治理恢复与土地复垦基金监管协议》，把矿山地质环境保护与土地复垦费用纳入生产建设成本，专项用于该工作的实施。

弘建煤矿适用期内申请基金验收 2 次（2022 年度、2023 年度）。2022 年度计划验收通过单项工程 3 项，专家组共认定基金 万元。2023 年度验收通过单项工程 1 项及地灾监测项目，专家组共认定基金 万元。弘建煤矿于 2024 年 7 月 10 日接受榆林市自然资源和规划局组织的弘建煤矿矿山地质环境保护与土地复垦适用期工作验收（2019-2023 年）。验收意见显示：适用期内已验收工程核定总投资 万元，使用基金 万元。

如表 2.6-7 所示，截至 2025 年 8 月 25 日弘建煤矿出具的基金账户对账单显示，弘建煤矿截至 2025 年 8 月应提取金额 万元，实际提取 万元，使用金额 万元（图 2.6-1），剩余 万元，基金账户未欠账。

表 2.6-7 弘建煤矿基金提取及使用一览表

序号	年度	应提取金额（万元）	实际提取金（万元）	使用金额（万元）	剩余金额（万元）
1	2019 之前				
2	2020				
3	2021				
4	2022				
5	2023				
6	2024				
7	2025 年 1-7 月				
利息					
累计					



（存根）

矿山地质环境治理恢复与土地复垦基金划转通知书

编号：JDK-2024013

长安银行府谷县支行：

府谷县弘建煤矿有限公司（府谷县老高川乡弘建煤矿）按照工程进度支付该矿 2022 年度矿山地质环境治理恢复与土地复垦项目的工程进度款，经我局研究同意，将人民币　　元（小写：　　）从其专项基金账户划转到非专项基金账户。

府谷县自然资源和规划局

2024 年 1 月 26 日

（存根）

矿山地质环境治理恢复与土地复垦基金划转通知书

编号：2024024

长安银行府谷县河滨路支行：

府谷县弘建煤矿有限公司（府谷县老高川乡弘建煤矿）已实施完成 2022 年矿山地质环境治理恢复与土地复垦项目确定的工程，相关项目已完成第三方审计并通过专家组验收。经我局研究同意，现将人民币　　（小写：　　）从其专项基金账户划转到非专项基金账户。

府谷县自然资源和规划局

2024 年 7 月 8 日

（存根）

矿山地质环境治理恢复与土地复垦基金划转通知书

编号：JDK-2025007

长安银行府谷县河滨路支行：

府谷县弘建矿业有限公司（府谷县老高川乡弘建煤矿）按照工程进度支付该矿 2023 年度矿山地质环境治理恢复与土地复垦项目的工程进度款，经我局研究同意，将人民币　　（小写：　　）从其专项基金账户划转到非专项基金账户。

府谷县自然资源和规划局

2025 年 1 月 20 日

（存根）

矿山地质环境治理恢复与土地复垦基金划转通知书

编号：2025011

长安银行府谷县河滨路支行：

府谷县老高川乡弘建煤矿已实施完成 2023 年矿山地质环境治理恢复与土地复垦项目确定的工程，相关项目已完成第三方审计并通过专家组验收，工程资料由矿山企业自行保管。经我局研究同意，现将人民币　　（小写：　　）从其专项基金账户划转到非专项基金账户。

府谷县自然资源和规划局

2025 年 6 月 16 日

图 2.6-1　弘建煤矿基金支取通知书

（三）周边煤矿矿山地质环境治理与土地复垦案例分析

根据对周边开采现状调查分析，瑞丰煤矿可为本项目矿山地质环境的治理与土地复垦提供借鉴经验。

瑞丰煤矿与煤矿西侧紧邻，与弘建煤矿具有相似的地质条件，开采方式、开采条件、土壤条件与损毁地类。弘建煤矿主要的土地损毁问题为煤矿开采形成的地面沉陷及地面裂缝，以及滑坡崩塌等不稳定地质体问题，与瑞丰煤矿矿山地质环境与土地损毁问题类似。因此瑞丰煤矿的土地复垦措施具有一定的参考意义。

瑞丰煤矿已实施了部分相应的矿山地质环境治理工程，如不稳定地质体的治理、输电线路治理工程等，基本完成了原方案布设的阶段性治理工程，执行率达到近 50%以上，投入治理费用约四千多万元，已完成的矿山地质环境治理工程基本符合矿山地质环境防治要求，主要包括工业场地边坡治理，生活区植被恢复，风井场滑坡治理以及道路植被恢复（照片 2.6-21~2.6-24），治理效果良好。

此外，瑞丰煤矿也对采煤损毁的土地进行了土地复垦，通过采取表土剥覆、挖深垫浅、土地平整等工程（照片 2.6-25），共实施治理区域面积 55.23 hm^2，治理效果良好。



照片 2.6-21　风井场地滑坡治理（镜向 NE）



照片 2.6-22　生活区场地植被建造（镜向 NE）



照片 2.6-23　道路植被建造（镜向 NW）



照片 2.6-24　耕地治理恢复（镜向 NE）



照片 2.6-25　损毁土地复垦（镜向 NW）

（四）取得的经验与教训

通过煤矿多年矿山地质环境治理与土地复垦实践，并结合弘建煤矿周边矿山恢复治理经验，逐渐摸索出适合本地实际的矿山地质环境恢复治理与土地复垦经验。

对采矿出现的裂缝应及时尽快进行填充，由于存在多煤层开采，故塌陷区裂

缝需要多次充填治理才能实现充分夯实。

废弃采矿用地及搬迁后村庄地势平坦，复垦为耕地，应对场地覆土并进行培肥，采用有机肥和无机肥相结合的方式效果更好。

本区沙地面积大，土地复垦后栽种沙棘、发展沙棘产业园，实施开发式治理，既能保护塌陷区生态环境，也能很好地给本地农民带来就业机会。

复垦为耕地时应施用适当的有机和无机肥料来提高土壤中的有机质和营养元素的含量，并通过种植黄豆来活化土壤，改良土壤结构。

本方案复垦时土壤密实度较低，管护浇水 1~2 天后必须检查是否有裂缝以及塌陷现象，一旦发现应及时培土压实。

补种物种选择当地常见植物，林地补种植物选择为樟子松、沙柳、新疆杨、紫花苜蓿等，采用乔灌草结合的方式，林木和草地栽种以后，及时浇水灌溉。

实施治理工程措施、开发式治理项目，要根据煤矿所在地区的情况决定，并取得当地村民的支持，积极引导村民参与，要在村委会、镇政府的支持、配合下，才能够取得良好的效果。

根据对上期方案执行情况分析，弘建煤矿进行了大量的地质环境治理与土地复垦工作，取得了较好的治理效果，但也存在一些不足，总结如下：

1、部分矿山地质环境治理工程实施略急，未及时纳入治理方案中

上个适用期在治理过程中，由于缺乏对上期方案的充分阅读研究，同时未能展开充分的调查，导致部分矿山地质环境治理工程与方案设计不一致，本期方案应在上期方案基础上，充分收集以往资料，并结合实地调查，将上期方案未完成的且具有可操作性能落地的治理工作纳入本期方案治理计划中。

2、复垦以恢复原地类为主，对地类无提升，无法达到村民期望值

上期土地复垦以恢复原地类为主，与当地村民迫切需要通过土地复垦提高耕地质量，提高整体收入的需求无法达成一致。因此在后续土地综合整治过程中应以复垦高等级土地为目标，同时建立配套设施，提升耕地质量，在有条件区域进行养殖场建设等特色化整治工程，实现当地村民增收与环境效益同步提升。

3、监测时间、空间覆盖不全面

上个适用期监测以人工监测为主，监测频率低，监测以人工巡查确定为主，人工监测由于不同人员调查产生误差难以避免，空间上难以覆盖，且数据较少，

难以总结规律，无法及时、准确、迅速的进行预警、分析，指导后续的地质环境治理与土地复垦工作。在本期应对监测工程进行调整，以自动化监测为主，人工监测为辅，提高监测工作效率，减少人为干扰因素，做到全天候，实时监测。

七、绿色矿山建设

弘建煤矿于 2019 年 9 月委托陕西工程勘察研究院有限公司编制了《府谷县老高川乡弘建煤矿绿色矿山建设实施方案》，并同时成立了绿色矿山建设工作领导小组，专职规划与管理绿色矿山建设实施。

矿山自 2020 年至今，以实现资源利用高效化、开发方式科学化、企业管理规范化、生产工艺环保化、矿山环境生态化为总体目标，积极推行“花园式”的企业管理新模式和绿色生态助推煤矿的崭新理念，构建资源、环境和社会效益相协调的矿山发展模式，建立绿色矿山长效机制，高标准建设绿色矿山。按照上期《方案》及《绿色矿山建设实施方案》中的计划，从矿区环境治理工程、地质环境治理及土地复垦类工程、科技攻关类工程及和谐社区建设类工程入手，力争达到绿色矿山标准。

在本适用期范围内，煤矿按照《关于进一步加强绿色矿山建设的通知》（自然资规[2024]1 号）、关于印发《陕西省绿色矿山建设管理办法》的通知（陕自然资规[2024]3 号）、《关于持续推进绿色矿山建设的通知》（陕自然资规[2024]1740 号）等文件精神，持续推进煤矿绿色矿山建设，计划于 2026 年将弘建煤矿建设成为陕西省绿色矿山。

第三章　矿山地质环境影响和土地损毁评估

一、矿山地质环境与土地资源调查概述

为保证全面了解矿区地质环境与土地利用现状，确保调查的准确性和完整性，项目组在充分研读和了解矿区地质与采矿资料的基础上，于 2023 年 6 月 1 日至 10 日、2023 年 12 月 8 日至 10 日、2024 年 8 月 1 日-8 月 8 日及 2025 年 4 月 20 至 4 月 25 日，项目组多次赴现场进行矿山地质环境调查，采取穿越和追索相结合的方法进行野外调查。同时在 2025 年 7 月 10 日至 7 月 15 日，项目组于专家野外踏勘审查之后再次赶赴煤矿进行了矿山地质环境与土地资源的更新调查。调查的原则是“逢村必问、遇沟必看，村民访问，现场观测”。基于项目区土地利用现状图、高精度遥感影像图、采掘工程图等图件，对矿山地质环境问题点和损毁地类进行观测描述，调查其发生时间，基本特征，影响程度，并对主要矿山地质环境问题点和地质现象点进行数码照相和 GPS 定位；针对不同土地利用类型区，挖掘土壤剖面，采集土壤样品，并采集相应的影像、图片资料，做好文字记录。

（一）矿山地质环境调查概述

矿山地质环境野外调查的内容主要是采矿活动影响区内各类不稳定地质体的分布现状、规模及稳定程度、地形地貌、地质遗迹、自然保护区、土地利用、植被状况、村庄、当地的社会经济概况等，以便为方案编制提供可靠依据。

调查范围以评估范围为准向外再扩 150 m 为界，具体调查方法如下。

路线调查：主要沿贯穿矿区的各个沟谷及黄土梁进行，基本了解区内地形地貌、地质遗迹、土地利用、土壤植被、人类工程活动和不良地质现象，调查区内斜坡坡度、沟谷比降、水文等情况。

重要工程点调查：对矿山建设工程、临时矸石周转场、高位水池、道路等工程点位置进行调查，主要采取追索法进行，了解矿区可能存在的地质环境问题。

走访询问调查：走访询问矿山企业员工和矿区附近居民，并发放公众参与调查表，了解矿区地质环境变化情况和不稳定地质体活动现状、发生历史等、矿山企业规模、矿山开采历史、矿山建设生产等情况。

本次调查基本查明了区内的地质环境条件和现状矿山地质环境问题。

（二）矿山土地资源调查概述

矿山土地资源调查的目的是全面查清矿区土地资源和利用状况，掌握真实准确的土地基础数据，为科学合理地制定土地复垦方案、有效保护矿区范围内土地资源提供依据。主要任务包括：查清矿区各土地利用类型及分布，量算各地类面积；查清矿区各土地利用类型的土地权属界线和村民小组以上各级行政区范围界线；绘制本矿土地利用现状图；真实准确的掌握其土地利用状况，并做出科学的评价，为制定合理利用土地的土地复垦规划设计方案提供基础依据。

土地复垦现场调查工作主要采用点线结合的方式，以点上观察、访问为主，采用 GPS 定点、记录。调查内容包括植被类型、土壤类型、土地利用现状地类调查、永久基本农田、水浇地分布及配套设施、已损毁土地（沉陷损毁土地调查）、土壤剖面调查及公众参与调查等内容。

2023 年 5 月中旬从府谷县自然资源和规划局收集的标准分幅土地利用现状图 2 幅。结合收集的土地利用现状图，在项目组野外调查阶段，现场核实了矿区范围内土地利用现状类型（涉及 12 个一级地类和 26 个二级地类），主要以草地、工矿仓储用地、耕地及林地为主；调查了区内永久基本农田分布情况，全部为旱地，并详细核查了主工业场地、生活区场地等地面工程均未压占永久基本农田。核实了区内植被类型主要为干草原、落叶阔叶灌丛、沙生植被及人工植被，土壤类型主要为风沙土、红粘土和黄绵土，并针对草地、林地及耕地现场测量土壤剖面 8 个，并进行了拍照和记录。

根据煤矿开采计划，主要对煤矿前期采空区所在地表位置土地损毁情况进行了调查与核实，损毁地类主要是草地及林地，以中度与轻度损毁为主，由于重复开采，矿方仅对一盘区沉陷区进行了裂缝充填、撒播草籽。

二、矿山地质环境影响评估

（一）评估范围和评估级别

1、评估范围

根据煤矿边界附近主采煤层上覆基岩、松散层厚度、岩层移动角，考虑地面工程评估范围，计算采空区影响变形边界、含水层影响范围，最后确定评估范围。

弘建煤矿 3^{-1} 煤最大埋深 143.21 m，3^{-2} 煤最大埋深 168.47 m，松散黄土层约 20 m。根据区域岩层移动观察资料，项目区土层移动角取 45º，基岩移动角取 70º，经过计算采煤引起的地表变形影响宽度为采区边界不超过 60 m。结合野外地质环境调查，同时考虑井田边界隔离煤柱宽度及矿权相接关系，综合分析确定评估区以煤矿矿界为基准，评估区面积 17.270 km²。为了解评估范围外地质环境现状，以评估区为基础，向外再扩展 150 m 作为调查范围，调查区面积为 19.8507 km²。

表 3.2-1　弘建煤矿评估区拐点坐标（2000 坐标）

点号	X	Y	点号	X	Y
1			5		
2			6		
3			7		
4					

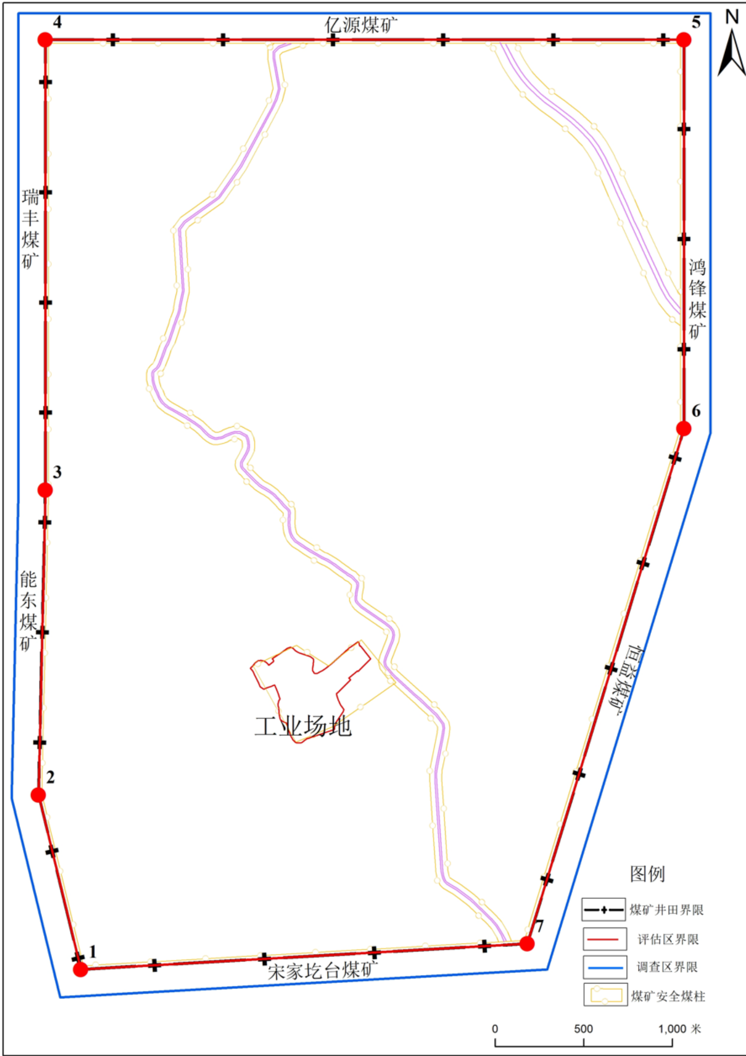


图 3.2-1　弘建煤矿评估区及调查区范围

2、评估级别

根据《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》（DZ/T 0223－2011），矿山地质环境影响评估级别依据评估区重要程度、矿山生产建设规模、矿山地质环境条件复杂程度综合确定（表 3.2-2）。

表 3.2-2　矿山地质环境影响评估分级表

评估区重要程度	矿山生产建设规模	地质环境条件复杂程度		
		复杂	中等	简单
重要区	**大型**	**一级**	一级	一级
	中型	一级	一级	一级
	小型	一级	一级	二级
较重要区	大型	一级	一级	一级
	中型	一级	二级	二级
	小型	一级	二级	三级
一般区	大型	一级	二级	二级
	中型	一级	二级	三级
	小型	二级	三级	三级

（1）评估区重要程度

根据《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》(DZ/T0223-2011)，煤矿井田范围内地形破碎，沟谷密集，表土结构疏松，植被稀少，自然条件差，生态环境脆弱，村庄稀疏，居住人口相对较少。据调查，各自然村人口均在 200 人以下，村庄位于相对平坦的梁顶或沟谷底部，居民住地附近存在较多耕地，村民在相对平缓地带种植农田；评估区内工业设施较多，伙赖沟右岸有万鑫公司，伙赖沟左岸有金川鸿泰镁合金有限公司、老高川变电所及陕西天宇镁业集团，常房梁沟和朱太沟中间梁顶有巨亨商砼有限责任公司，二级公路野大公路由南向北贯穿矿区，一级公路大石公路从井田东北部穿过。根据《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》(DZ/T0223-2011)判定（表 3.2-3），弘建煤矿评估区重要程度属**重要区**。

表 3.2-3　评估区重要程度分级表

重要区	较重要区	一般区	评估区对应项目
1.分布有 500 人以上的居民集中居住区；	1.分布有 200~500 人以上的居民集中居住区；	**1.居民居住分散，居民集中居住区人口在 200 人以下；**	无超过 200 人以上的居民集中居住区分布。（一般区）
2.分布有高速公路、一级公路、铁路、中型以上水利、电力工程及其他重要建筑设施；	**2.分布有二级公路、小型水利、电力工程或其他较重要建筑设施；**	2.无重要交通要道或建筑设施；	评估区东北侧分布大石公路，属于一级公路，中部南北向有二级野大公路通过。（重要区）
3.矿区紧邻国家自然保护区（含地质公园、风景名胜区等）或重要旅游景点；	3.紧邻省级、县级自然保护区或重要旅游景区（点）；	**3.远离各级自然保护区及旅游景区（点）；**	区内无自然保护区或景区。（一般区）
4.有重要水源地；	4.有较重要水源地；	**4.无较重要水源地；**	无重要水源地。（一般区）
5.破坏耕地、园地。	**5.破坏林地、草地。**	**5.破坏其他类型土地。**	破坏耕地、林地及草地。（重要区）
注：评估区重要度分级确定采取上一级别优先原则，只有一条符合者即为该级别。			

（2）生产建设规模

根据《府谷县老高川乡弘建煤矿矿产资源开发利用方案（变更）》及审查意见，弘建煤矿当前核定生产能力 1.20 Mt/a，根据《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》(DZ/T0223-2011)判定，弘建煤矿为**大型煤矿**。

（3）地质环境条件复杂程度

根据《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》(DZ/T0223-2011)，评估区地质环境条件复杂程度根据表 3.2-4 各因素确定。

评估区地下水以大气降水补给为主，降水少而集中；主要可采煤层位于侵蚀基准面以上，煤矿直接充水水源主要为各煤层顶板煤以上砂岩裂隙含水层，补给条件差，富水性弱；煤矿正常涌水量 1320 m^3/d，但井下开采和排水较易造成煤层周围主要充水含水层破坏，总体上水文地质条件中等。可采煤层顶板为细砂岩、中砂岩和厚层粉砂岩，属中等稳定性顶板；煤层底板以细粒砂岩、中粒砂岩为主，不易产生底鼓现象，稳定性中等，总体上工程地质条件中等。地层总体为一近水平构造，倾向北西，倾角小于 1°，未发现落差大于 30 m 的断层和明显的褶皱构造，总体上构造简单。现状条件下矿山地质环境问题类型较多，不稳定地质体危险性较大。再者弘建煤矿采空区面积大，存在重复开采，采空区亦未得到有效

表 3.2-4　井工开采矿山地质环境条件复杂程度分级表

序号	复杂	中等	简单	判定级别
1	1.主要矿层（体）位于地下水位以下，矿坑进水边界条件复杂，充水水源多，充水含水层和构造破碎带、岩溶裂隙发育带等富水性强，补给条件好，与区域强含水层、地下水集中径流带或地表水联系密切，老窿（窑）水威胁大，矿坑正常涌水量大于10000m³/d，地下水采矿和疏干排水容易造成区域含水层破坏。	1.主要矿层（体）位于地下水位附近或以下，矿坑进水边界条件中等，充水含水层和构造破碎带、岩溶裂隙发育带等富水性中等，补给条件较好，与区域强含水层、地下水集中径流带或地表水有一定联系，老窿（窑）水威胁中等，矿坑正常涌水量3000~10000 m³/d，**地下水采矿和疏干排水较容易造成周围主要充水含水层破坏。**	**1.主要矿层（体）位于地下水位以上，矿坑进水边界条件简单，充水含水层和构造破碎带、岩溶裂隙发育带等富水性差，补给条件差，**与区域强含水层、地下水集中径流带或地表水不密切，**矿坑正常涌水量小于3000m³/d，**地下水采矿和疏干排水造成周围主要充水含水层破坏可能性较小。	中等
2	2.矿床围岩岩体结构以碎裂结构、散体结构为主，软弱岩层或松散岩层发育，蚀变带、岩溶裂隙发育，岩石风化强烈，地表残坡积层、基岩风化破碎带厚度大于10m，矿层（体）顶底板和矿床周围稳固性差，矿山工程场地地基稳定性差。	2.矿床围岩岩体结构以薄－厚层状结构为主，蚀变带、岩溶裂隙发育中等，岩石风化中等，地表残坡积层、基岩风化破碎带厚度5~10m，**矿层（体）顶底板和矿床周围稳固性中等，矿山工程场地地基稳定性中等。**	2.矿床围岩岩体结构以巨厚层状－块状整体结构为主，蚀变作用弱、岩溶裂隙不发育，岩石风化弱，地表残坡积层、基岩风化破碎带厚度小于5m，矿层（体）顶底板和矿床周围稳固性好，矿山工程场地地基稳定性好。	中等
3	3.地质构造复杂，矿层（体）和矿床围岩岩层产状变化大，断裂构造发育或有活动断裂，导水断裂带切割矿层（体）围岩、覆岩和主要含水层（带），导水性强，对井下采矿安全影响大。	3.地质构造较复杂，矿层（体）和矿床围岩岩层产状变化较大，断裂构造较发育，并切割矿层（体）围岩、覆岩和主要含水层（带），导水性较差，对井下采矿安全影响较大。	**3.地质构造简单，矿层（体）和矿床围岩岩层产状变化小，断裂构造不发育，断裂未切割矿层（体）围岩覆岩，断裂带对井下采矿安全影响小。**	简单
4	4.现状条件下矿山地质灾害发育，或矿山地质环境问题的类型多，危害大。	**4.现状条件下矿山地质环境问题的类型较多，危害较大。**	4.现状条件下矿山地质环境问题的类型少，危害小。	中等
5	**5.采空区面积和空间大，多次重复开采及残采，采空区未得到有效处理，采动影响强烈。**	5.采空区面积和空间较大，重复开采较少，采空区部分得处理，采动影响较强烈。	5.采空区面积和空间小，无重复开采，采空区得到处理，采动影响较轻。	复杂
6	6.地貌单元类型多，微地貌形态复杂，地形起伏变化大，不利于自然排水，地形坡度一般大于35°，相对高差大，地面倾向与岩层倾向基本一致。	**6.地貌单元类型较多，微地貌形态较复杂，地形起伏变化中等，不利于自然排水，地形坡度一般为20°~35°，相对高差较大，地面倾向与岩层倾向多为斜交。**	6.地貌单元类型单一，微地貌形态简单，地形起伏变化平缓，有利于自然排水，地形坡度一般小于20°，相对高差小，地面倾向与岩层倾向多为反交。	中等
7	注:采取就上原则，前6条中只有一条满足某一级别，应定为该级别。			

处理，采动影响强烈。区内总体地势西北高而东南低，地形破碎，最大高差210 m。地貌主要为黄土梁峁沟壑区，梁峁顶部及沟谷底部较为平缓，坡度一般小于

35°。总体上地形地貌条件中等。

综上所述，依据表 3.2-4 的判断依据，弘建煤矿地质环境条件复杂程度属于**复杂等级**。

（4）评估级别确定

评估区重要程度分级为重要区，矿山建设规模为大型，矿山地质环境条件为复杂，根据《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》(DZ/T 0223-2011)附录 A 确定本次矿山环境影响评估的精度为**一级**。

（二）矿山不稳定地质体现状分析与预测

1、管理部门大核查风险点分布情况

通过查阅府谷县自然资源和规划局提供最新的府谷县地质灾害大核查数据资料，弘建煤矿评估区内存在不稳定地质体 20 处，具体见图 3.2-2 及表 3.2-5。

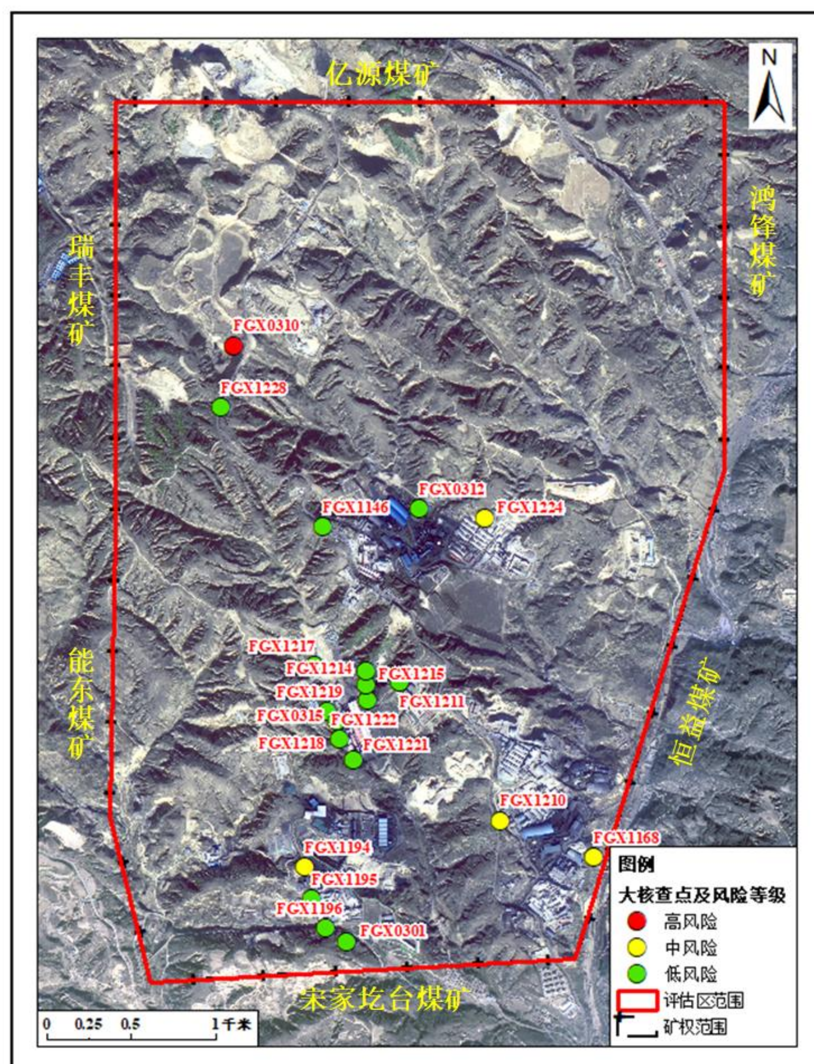


图 3.2-2 弘建煤矿评估区内大核查点分布情况

表 3.2-5 弘建煤矿评估区内大核查风险点信息

风险点	风险点名称	核查类型	风险类型	经度	纬度	风险等级
FGX1146	伙赖沟地面塌陷	在册隐患点	地面塌陷			低
FGX0312	长方梁沟泥石流	在册隐患点	泥石流			低
FGX1228	野大公路 K42+000（杜家伙盘村）地面塌陷	群众报险报灾	地面塌陷			低
FGX1218	弘建煤炭滑坡	群众报险报灾	滑坡			低
FGX0310	下杜家伙盘村滑坡	群众报险报灾	滑坡			**高**
FGX1224	天宇集团厂房北侧滑坡	DEM 识别	滑坡			**中**
FGX1210	金川鸿泰一公司厂区道路崩塌	DEM 识别	崩塌			**中**
FGX1194	万鑫煤电门口 300m 滑坡	DEM 识别	滑坡			**中**
FGX1168	保兴供热屋后滑坡	DEM 识别	滑坡			**中**
FGX1222	机修车间后崩塌	DEM 识别	崩塌			低
FGX1221	弘建煤炭筒仓后崩塌	DEM 识别	崩塌			低
FGX1219	弘建煤炭通变电所道路滑坡	DEM 识别	滑坡			低
FGX1217	厂区外西北侧屋后崩塌	DEM 识别	崩塌			低
FGX1215	弘建煤炭厂内东侧道路崩塌	群众报险报灾	崩塌			低
FGX1214	弘建煤炭炸药库后崩塌	DEM 识别	崩塌			低
FGX1211	弘建进场路边崩塌	群众报险报灾	崩塌			低
FGX1196	万鑫煤电出口滑坡	DEM 识别	滑坡			低
FGX1195	万鑫煤电门口滑坡	DEM 识别	滑坡			低
FGX0315	弘间煤炭工业广场西侧	DEM 识别	滑坡			低
FGX0301	夏良村滑坡	群众报险报灾	滑坡			低

依据表 3.2-5 所示的数据，本次方案调查时针对中风险以上的不稳定地质体进行了核查，其中天宇集团厂房北侧滑坡（FGX1224）、金川鸿泰一公司厂区道路崩塌（FGX1210）、万鑫煤电门口 300 m 滑坡（FGX1194）、保兴供热屋后滑坡（FGX1168）、万鑫煤电门口滑坡（FGX1195）、万鑫煤电出口滑坡（FGX1196）皆为矿区内其他工矿企业工程活动影响下造就的不稳定地质体（照片 3.2-1~3.2-6），其治理责任权属为相应工矿企业，故本方案不将其纳入矿山不稳定地质体分析评价中。



照片 3.2-1　天宇集团厂房北侧滑坡（镜向 NE）



照片 3.2-2　金川鸿泰一公司厂区道路崩塌（镜向 SE）



照片 3.2-3　万鑫煤电门口 300m 滑坡（镜向 NW）



照片 3.2-4　保兴供热屋后滑坡（镜向 W）



照片 3.2-5　万鑫煤电门口滑坡（镜向 W）



照片 3.2-6　万鑫煤电出口滑坡（镜向 NW）

伙赖沟地面塌陷（FGX1146）、长方梁沟泥石流（FGX0312）、野大公路

K42+000（杜家伙盘村）地面塌陷（FGX1228）、弘建煤炭滑坡（FGX1218）、机修车间后崩塌（FGX1222）、弘建煤炭筒仓后崩塌（FGX1221）、弘建煤炭通变电所道路滑坡（FGX1219）、厂区外西北侧屋后崩塌（FGX1217）、弘建煤炭厂内东侧道路崩塌（FGX1215）、弘建煤炭炸药库后崩塌（FGX1214）、弘建进场路边崩塌（FGX1211）及夏良村滑坡（FGX0301）皆属于低风险隐患点（照片3.2-7~3.2-18）。经过现场核实并综合评判后，上述风险点，除两处地面塌陷、一处泥石流及夏良村滑坡外，其余位于弘建煤矿工业场地附近的不稳定地质体皆已被治理或承灾体灭失。故上述风险点不纳入本次矿山不稳定地质体评价对象中。



照片 3.2-7 伙赖沟地面塌陷（镜向 SE）



照片 3.2-8 长方梁沟泥石流（镜向 SE）



照片 3.2-9 野大公路 K42 地面塌陷（镜向 NE）



照片 3.2-10 弘建煤炭滑坡（镜向 W）



照片 3.2-11 机修车间后崩塌（镜向 NE）



照片 3.2-12 弘建煤炭筒仓后崩塌（镜向 SW）



照片 3.2-13　弘建煤炭通变电所道路滑坡（镜向 SW）



照片 3.2-14　厂区外西北侧屋后崩塌（镜向 NW）



照片 3.2-15　弘建煤炭厂内东侧道路崩塌（镜向 NE）



照片 3.2-16　弘建煤炭炸药库后崩塌（镜向 NE）



照片 3.2-17　弘建进场路边崩塌（镜向 NW）



照片 3.2-18　夏良村滑坡（镜向 SW）

最后，下杜家伙盘村滑坡（FGX0310）（照片 3.2-19）为弘建煤矿一号火烧综治区采坑边坡，边坡在未治理前因地质结构欠稳而发生局部垮塌，该方案在野外调查时，一号火烧综治区正在施工，采用覆土填坑及土地复垦的方式进行综合治理，最终可同步消除该滑坡的危害及风险。由于一号火烧综治区属于专项治理项目，而下杜家伙盘村滑坡（FGX0310）属于综治项目的一部分，故本方案未将该风险点纳入至本次矿山不稳定地质体分析评价中。



照片 3.2-19　下杜家伙盘村滑坡（FGX0310）（镜向 NE）

依据资料核实与调查核实，2014 年府谷县地质灾害详查（1:50000）以及 2021 年府谷县地质灾害风险调查（1:50000），均未在弘建煤矿评估区内确立地质灾害隐患点。

2、上期方案不稳定地质体核实情况

2019 年 5 月公告的《府谷县弘建煤矿有限公司府谷县老高川乡弘建煤矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》中有 1 处滑坡（H1）、2 处地面塌陷（TX1~TX2）。其中，滑坡（H1）位于伙赖沟上游右岸。而两处地面塌陷（TX1~TX2）为弘建煤矿 2013~2014 年开采 3^{-1} 煤遗留采空区产生塌陷所引发，经过现场调查与初步分析之后，将上述两处地面塌陷仍存在沉陷破坏区域纳入本方案所确定的地面沉陷范围内，重新进行相应的不稳定地质体危险性评价及地质环境影响分析。

3、本次方案现场调查后综合确定的不稳定地质体分布情况

本次调查新发现 3 处不稳定斜坡（通伙赖沟新村道路不稳定斜坡 BP1、伙赖沟新村安置房东北侧不稳定斜坡 BP2、工业场地联建楼西北侧不稳定斜坡 BP3）及 1 处地面沉陷（CX1）。

结合上期方案与府谷县管理部门近年开展的地质灾害风险大核查结果、府谷县地质灾害风险调查评价结果、并通过实地核实调查与地面拉网式排查，依据不同类型地质体发育程度及危害程度最终确定评估区存在不稳定地质体 4 处，包括地面沉陷 1 处（CX1）、不稳定斜坡 3 处（BP1~BP3）。上述不稳定地质体分布详见图 3.2-3。

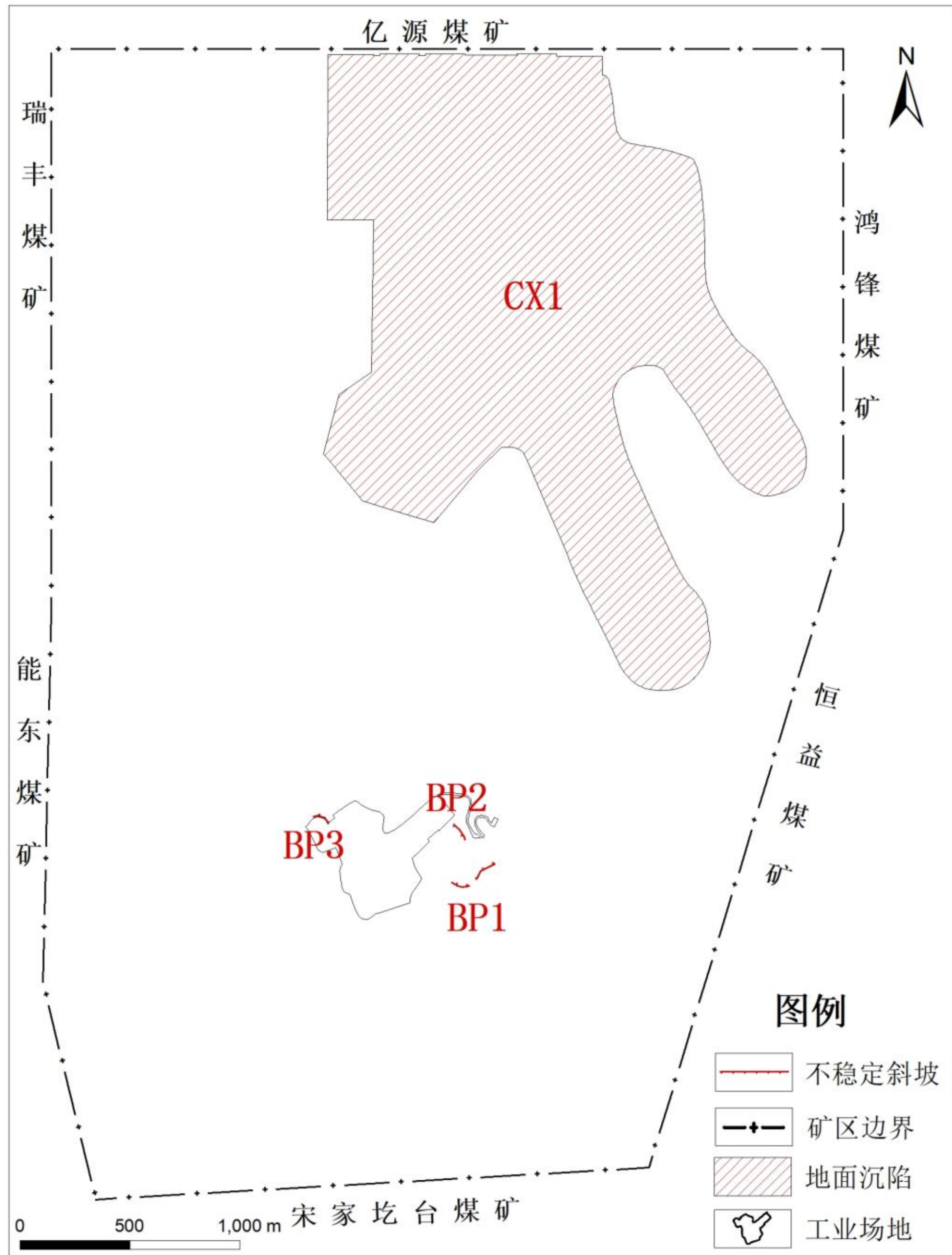


图 3.2-3　弘建煤矿现状不稳定地质体分布图

4、不稳定地质体现状评估

（1）通伙赖沟新村道路不稳定斜坡 BP1

不稳定斜坡 BP1 位于弘建煤矿伙赖沟新村东侧新修道路斜坡带（照片 3.2-20~3.2-21 及图 3.2-4），该斜坡中心坐标为 X:　　　　　，Y:　　　　　。斜坡整体坡向为 320°，坡度近 50°，坡体横向宽度约 100 m，垂向高度约 6~12m，坡顶存在 3 根低压电线杆，一座高压线塔。该斜坡是煤矿于 2024 年为保障伙赖沟新村移民安置区居民通行新建道路开挖形成的人工边坡。斜坡岩性主要以第四系中更新统离石黄土（Q_2）为主，斜坡临空程度高，坡脚无支挡。通过数值计算

分析，其稳定性在天然状态下基本稳定，但在降雨状态下呈欠稳定状态（图3.2-5~3.2-8），具有一定的失稳致灾可能，其发育程度中等。该不稳定斜坡坡脚紧邻新建的通村道路，危害程度中。综合分析，该不稳定斜坡危害程度中等，发育程度中等，**故危险性中等**，对矿山地质环境影响**较严重**。



照片 3.2-20　不稳定斜坡BP1（镜向W）



照片 3.2-21　斜坡局部垮塌（镜向SW）

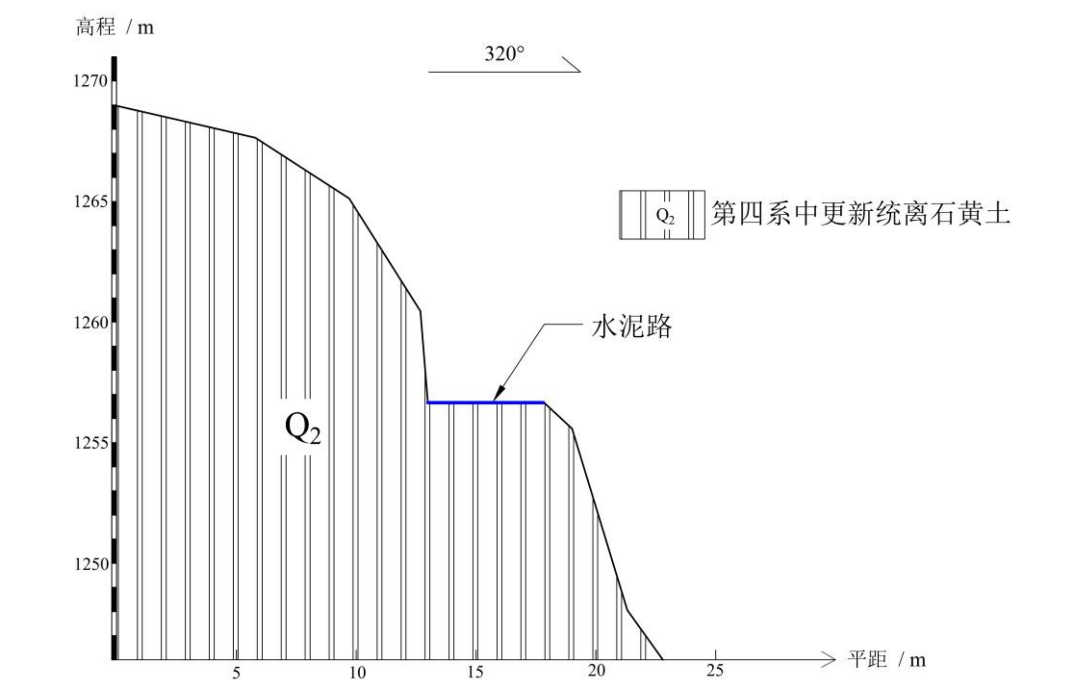


图 3.2-4　不稳定斜坡 BP1 工程地质剖面图（I-I′）

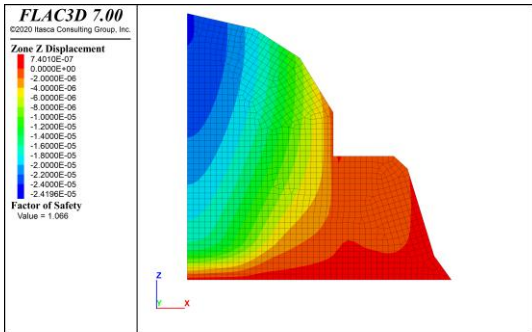


图 3.2-5　降雨状态下斜坡垂向位移（BP1）

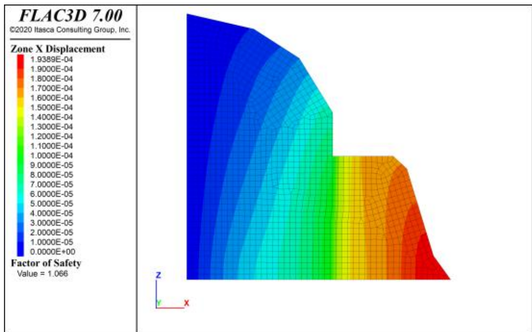


图 3.2-6　降雨状态下斜坡水平位移（BP1）

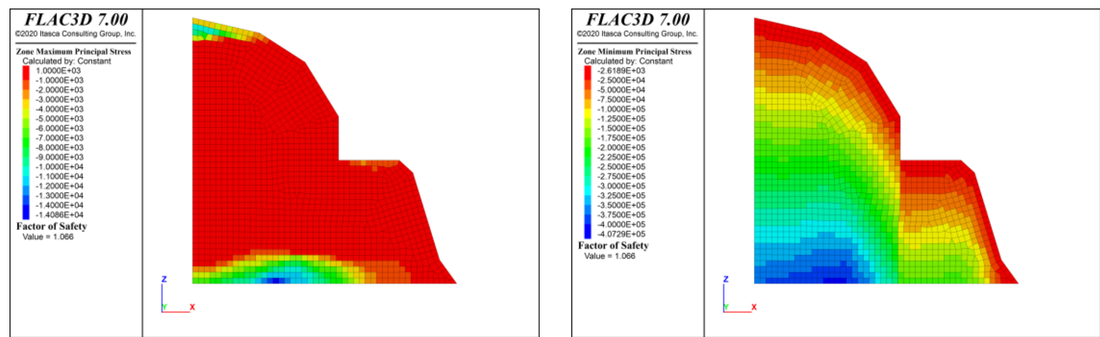


图 3.2-7　降雨状态下斜坡最大主应力（BP1）　图 3.2-8　降雨状态下斜坡最小主应力（BP1）

（2）伙赖沟新村安置房东北侧不稳定斜坡 BP2

不稳定斜坡 BP2 位于弘建煤矿生活福利区场地东侧伙赖沟新村安置房东北侧斜坡带（照片 3.2-22 及图 3.2-9），该斜坡中心点坐标为 X：　　　　，Y：　　　。斜坡整体坡向约 240°，斜坡坡度约 60°，坡体横向宽度约 90 m，垂向高度约 30 m。该处不稳定斜坡为伙赖沟新村建设时，对原始斜坡放坡开挖形成的一处人工边坡。坡体主要组成物质为第四系中更新统离石黄土（Q_2），坡面植被覆盖率较高。由于前期当地居民在坡脚挖窑，导致坡脚出现 12 孔窑洞，窑洞高约 2.5 m，向坡内深约 10 m。后续因管理部门基于安全隐患准则暂停了挖窑工程，对已经建好的窑洞门脸实施了简易的封堵。经过现场调查并结合数值计算分析（图 3.2-10~3.2-13），认为现状条件下该边坡坡脚因前期挖窑，造成了坡脚底部虚空，在降雨和长期重力作用下有垮塌的风险，故确定该处边坡为不稳定斜坡。现状条件下该不稳定斜坡失稳致灾发育程度中等。不稳定斜坡威胁对象为坡脚的库房及前侧楼房，危害程度中等。综合分析，该不稳定斜坡危害程度中等，发育程度中等，故**危险性中等**，对矿山地质环境影响**较严重**。



照片 3.2-22　不稳定斜坡BP2（镜向NE）

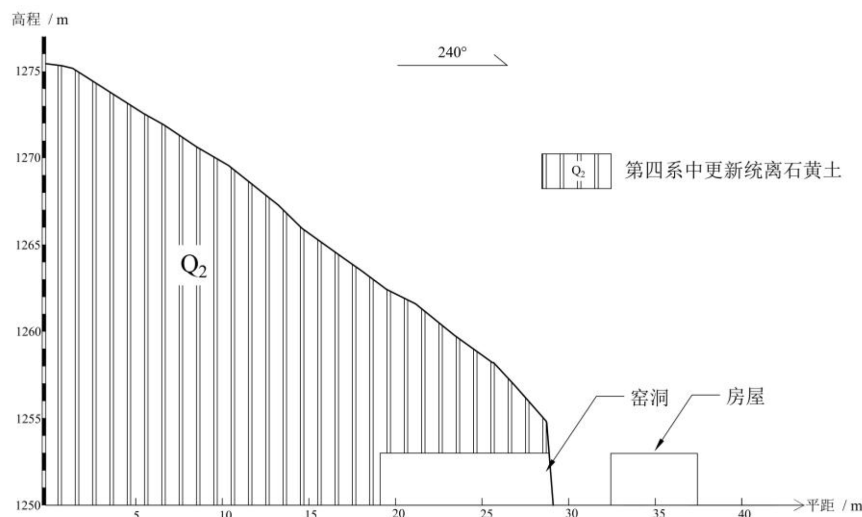
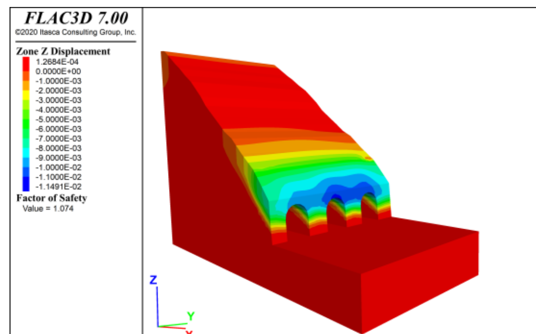


图 3.2-9　不稳定斜坡 BP2 工程地质剖面图（I-I′）



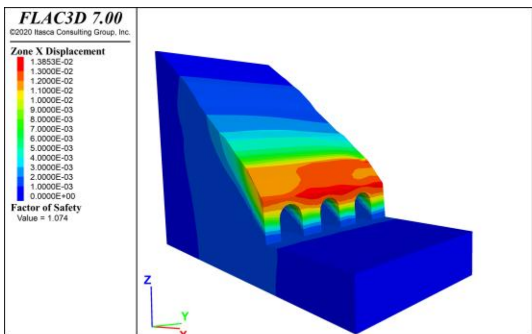
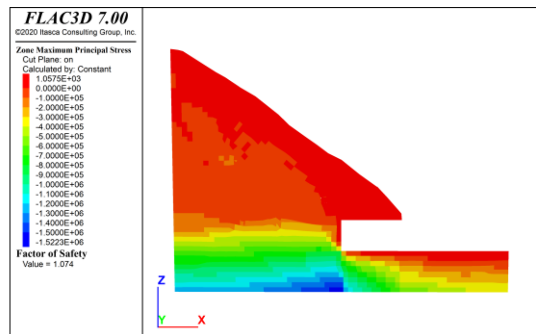


图 3.2-10　降雨状态下斜坡垂向位移（BP2）　图 3.2-11　降雨状态下斜坡水平位移（BP2）



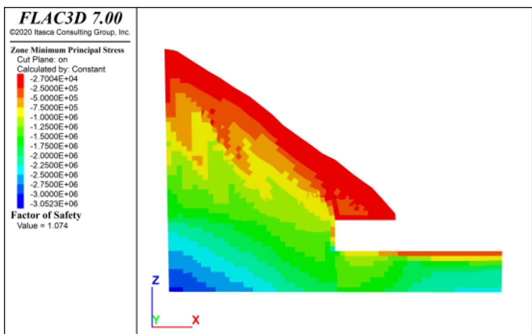
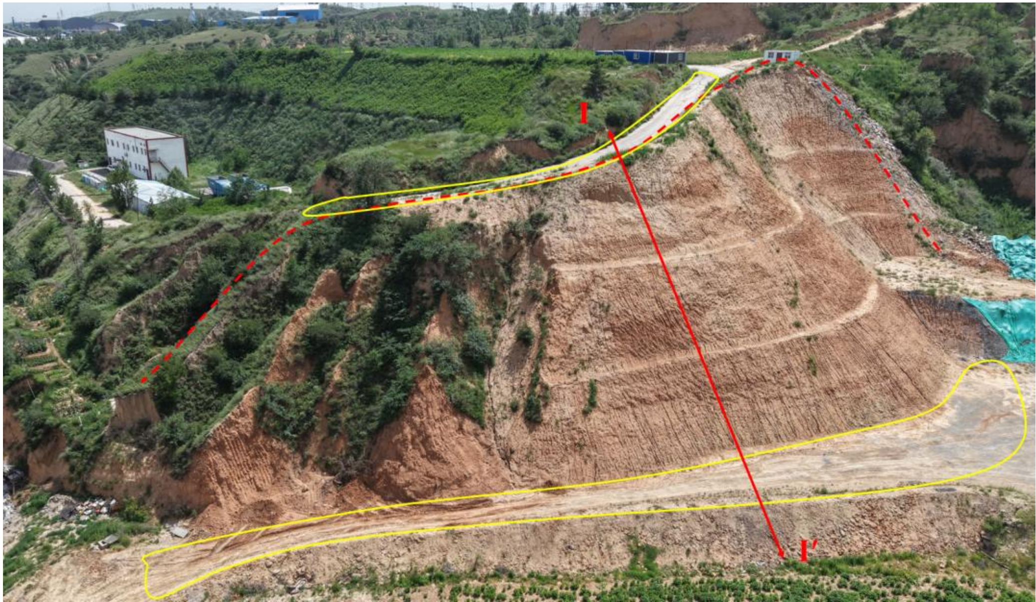


图 3.2-12　降雨状态下斜坡最大主应力（BP2）图 3.2-13　降雨状态下斜坡最小主应力（BP2）

（3）工业场地联建楼西北侧不稳定斜坡 BP3

不稳定斜坡 BP3 位于弘建煤矿主工业场地联合建筑西北侧斜坡带（照片 3.2-23 及图 3.2-14），该斜坡中心点坐标为 X：　　　　，Y：　　　　。斜坡整体坡向约 10°，斜坡坡度约 50°，坡体横向宽度约 60 m，垂向高度约 20 m。该处不稳定斜坡为煤矿局部场地平整时在原始斜坡坡面堆积弃土形成的一处人工边坡。该边坡当前由矿方进行了简易的放坡处理，但边坡表面土体为堆积而成，

孔隙度高，坡面有遇水冲刷发生局部溜滑的痕迹，故现场调查确定其为一处不稳定斜坡。坡体主要组成物质包括第四系中更新统离石黄土（Q_2l）和素填土（Q_4ml），当前坡面裸露，无植被覆盖。结合现场调查与数值计算分析认为（图3.2-15-3.2-18），现状条件下该不稳定斜坡失稳致灾发育程度中等。不稳定斜坡威胁对象为上方道路及下方土路，危害程度中等。综合分析，该不稳定斜坡危害程度中，发育程度中等，故**危险性中等**，对矿山地质环境影响**较严重**。



照片 3.2-23　不稳定斜坡BP3（镜向SW）

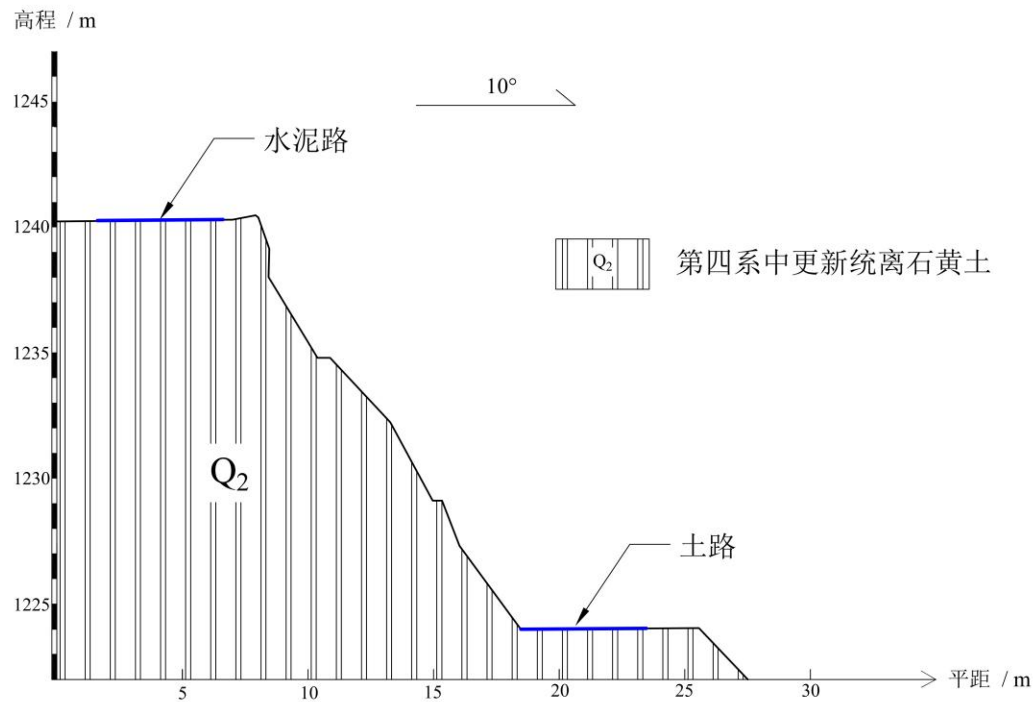
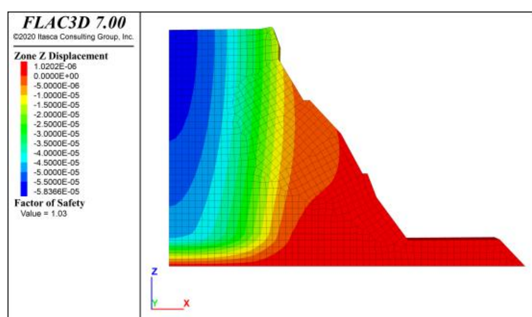


图 3.2-14　不稳定斜坡 BP3 工程地质剖面图（I-I′）



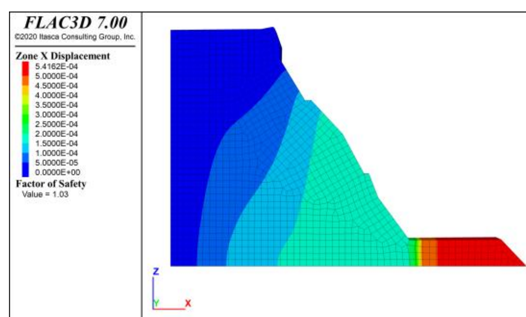
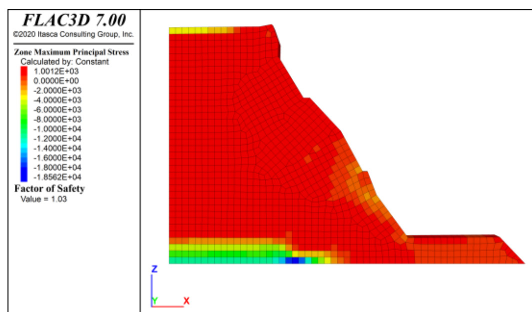


图 3.2-15　降雨状态下斜坡垂向位移（BP3）　图 3.2-16　降雨状态下斜坡水平位移（BP3）



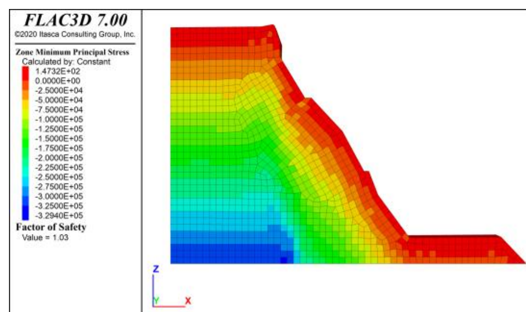


图 3.2-17　降雨状态下斜坡最大主应力（BP3）图 3.2-18　降雨状态下斜坡最小主应力（BP3）

（4）地面沉陷 CX1

地面沉陷 CX1 位于评估区北侧，大石公路西南侧二盘区位置，面积约 3.545 km^2，该塌陷是由煤矿 2014 年以前开采 2^{-2} 煤形成的上水平采空区，以及 2021 年至 2024 年开采 3^{-1} 煤形成的下水平采空区引发所致，其中开采 2^{-2} 煤形成的采空区面积约 2.031 km^2，开采 3^{-1} 煤形成的采空区面积 2.304 km^2，水平交叉面积约 0.79 km^2。

由于开采 2^{-2} 煤产生的采空区时间较为久远，基本已经属于沉稳型采空区，而开采的 3^{-1} 煤形成的采空区距现今时间较短，部分区域远未达到沉稳状态。在现场调查时发现，2022 年开采的 23112 工作面、23103-23108 工作面上覆地表出现较为明显的地面裂缝，裂缝形态多呈细长型，宽度约 2-10 cm 不等，长约 10-150 m 不等，深度约 5-10 cm（照片 3.2-24~3.2-29）。

该处地面沉陷所在地表多为自然地表，土地类型多以草地、耕地及林地为主，但地表范围亦存在数个输电线塔、道路及村庄房屋，地面沉陷主要造成地表的破坏，亦对部分高压输变电线路及线塔基础产生一定的影响。综合分析，现状条件下，该地面沉陷发育程度中等，造成的危害程度中等，危险性中等，对矿山地质环境影响**较严重**。



照片 3.2-24 23104 工作面上覆地表裂缝（镜向NE）



照片 3.2-25 23104 工作面上覆地表裂缝（镜向NE）



照片 3.2-26 23103 工作面上覆地表裂缝（镜向NW）



照片 3.2-27 23103 工作面上覆地表裂缝（镜向NW）



照片 3.2-28 23107 工作面上覆地表裂缝（镜向NW）



照片 3.2-29 23106 工作面上覆地表裂缝（镜向NW）

5、不稳定地质体预测评估

不稳定地质体预测评估是在现状评估的基础上，根据矿山开发利用方案所确

定的煤层开采工艺及开采接续进行危险性预测。本次主要预测矿山地面建设工程在运营过程中遭受不稳定地质体危险性、地面工程建设以及矿山地下采矿活动可能引发不稳定地质体的危险性。

（1）地面建设工程遭受不稳定地质体危险性预测评估

弘建煤矿地面建设工程包括主工业场地、生活福利区及进场道路。根据现状评估，评估区内现存在 4 处不稳定地质体，分别为三处不稳定斜坡及一处地面沉陷。根据现状分析可知，当前伙赖沟新村通村道路遭受不稳定斜坡 BP1 威胁，伙赖沟新村东北侧车库及房屋遭受不稳定斜坡 BP2 威胁，工业场地联建楼西北侧道路及风井场地北侧水泥路遭受不稳定斜坡 BP3 威胁。由于上述不稳定斜坡坡度大，组成物质以第四系黄土为主，在降雨状态下其稳定性会显著降低。因此，预测评估上述承灾体（伙赖沟新村道路、伙赖沟新村东北侧车库及房屋、不稳定斜坡坡顶水泥路及坡脚土路）遭受相应的不稳定性斜坡失稳致灾的可能性中等，危险性中等，地质环境影响程度较严重。其余地面建设工程周围远离斜坡及地面沉陷，且工业场地下留设了安全保护煤柱，故遭受上述不稳定地质体危险性小，地质环境影响程度较轻。

（2）地面建设工程引发不稳定地质体危险性预测评估

弘建煤矿主工业场地、洗煤厂、风井场地、场外道路及生活福利区内各建（构）筑物，当前均已完成地面建设，生活福利区东侧的移民搬迁房亦已完工，场地内外目前无新建工程，因此，预测地面建设工程引发不稳定地质体失稳的可能性小，危险性小，对地质环境影响较轻。

（3）采矿工程引发不稳定地质体危险性预测评估

采矿工程可能引发地面沉陷及伴生地裂缝、滑坡和崩塌等不稳定地质体，可能造成地面建（构）筑物损坏、威胁人员。故对采矿活动造成的沉陷范围及下沉量进行预测计算，分析其造成地表变形破坏的范围及程度，预测评估引发不稳定地质体失稳的可能性及危害性，进而说明不稳定地质体的危险性。

1）地面沉陷量预测计算

根据弘建煤矿煤层赋存条件、开采层数、赋存范围、开采煤层、采煤方法及工艺等条件，结合周边煤矿岩移观测成果，以及《建筑物、水体、铁路及主要井巷煤柱留设与压煤开采规范》中所列预计方法，采用概率积分法中的最大值预测

方法进行开采区预测。

计算模式如下：

最大下沉值：$W_{cm}=M\times q\times \cos\alpha$，mm；最大倾斜值：$i_{cm}= W_{max}/r$，mm/m；最大曲率值：$k_{cm}=1.52\times W_{max}/r^2$，$10^{-3}$/m；最大水平移动值：$U_{cm}=b\times W_{max}$，mm；最大水平变形值：$\varepsilon_{cm}=1.52\times b\times i_{cm}$，mm/m；

上式中：

M—煤层开采厚度，m；H—煤层埋藏深度，m；α—煤层倾角，为1°；r—开采影响半径，m，$r=H/\mathrm{tg}\beta$；q—下沉系数；b—水平移动系数。

结合弘建煤矿以往开采沉陷取得的经验值及周边矿山开采对地表破坏情况，确定弘建煤矿未来开采预测的相关参数如表 3.2-6 所示。

表 3.2-6　弘建煤矿地表岩移预测相关参数表

煤层	煤层平均采高（m）	煤层最大埋深（m）	下沉系数	水平移动系数	煤层倾角（°）	主要影响半径（m）	主要影响角正切
3^{-1}	1.50	143.21	0.68	0.3	1	65	2.2
3^{-2}	1.50	168.47	0.75	0.3	1	70	2.4
2^{-2}	1.75	118.77	0.68	0.3	1	54	2.2

2）地表下沉、移动与变形值预测结果

弘建煤矿近期 5 年（2025-2029 年）开采二盘区 3^{-1} 煤 23108、23109、23110 及 23114 工作面，同时开采一盘区 3^{-2} 煤 13201、13202 及 13203 工作面以及二盘区 23201、23202、23203 及 23204 工作面，上述工作面位置在平面上未有重叠。根据采区地质及采矿条件，以工作面为计算块段，采用《地表移动与变形预计系统》软件进行模拟预测，结果见表 3.2-7。根据预测结果，绘制得弘建煤矿近期开采地面沉陷等值线图3.2-19，图3.2-20为全井田开采后地面沉陷下沉等值线图。

表 3.2-7　近期开采区及全井田开采地面下沉及其他变形参数值预测结果一览表

煤层		沉降量 W_{cm}（mm）	倾斜值 i_{cm}（mm/m）	曲率 k_{cm}（10^{-3}/mm）	水平移动 U_{cm}（mm）	水平变形 ε_{cm}（mm/m）
近期	3^{-1}	1019	15.68	0.37	305.7	7.15
	3^{-2}	1124	16.07	0.35	337.2	7.33
全井田	2^{-2}	1049	19.42	0.55	314.7	8.85
	3^{-1}	1019	15.68	0.37	305.7	7.15
	3^{-2}	1124	16.07	0.35	337.2	7.33
	综合	2273	29.75	0.68	622.9	13.48

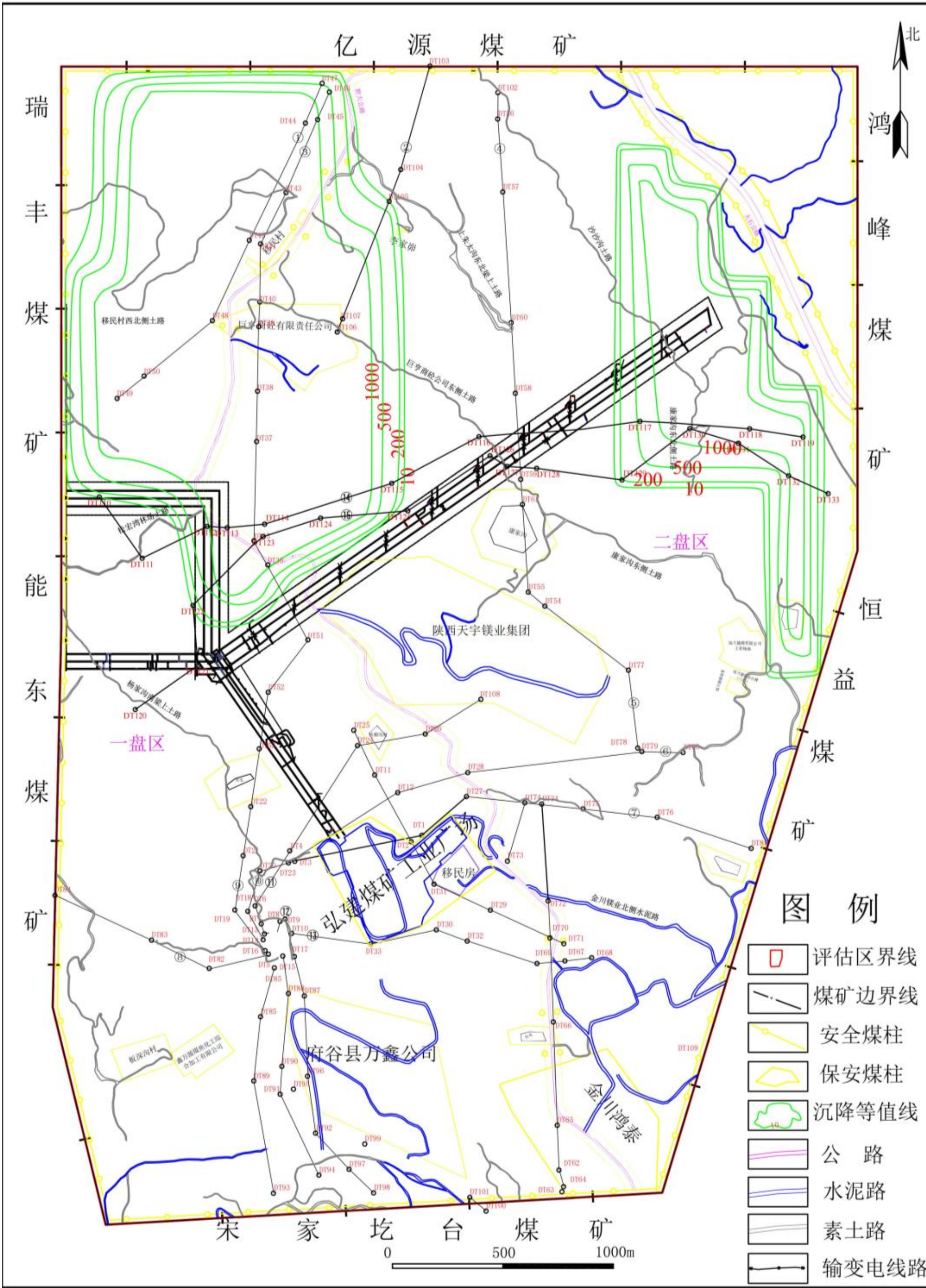


图 3.2-19 近期开采地表下沉等值线图

近期工作面开采后，预测近期 3^{-1}、3^{-2} 煤开采后地面最大沉降量分别为 1019 mm 与 1124 mm，最大倾斜值分别为 15.68 mm/m 与 16.07 mm/m，最大曲率分别为 0.37×10^{-3}/mm 与 0.35×10^{-3}/mm，最大水平移动分别为 305.7 mm 与 337.2 mm，最大水平变形值分别为 7.15 mm/m 与 7.33 mm/m。

全井田开采后，仅有在一盘区北侧存在 3^{-1} 煤与 3^{-2} 煤的重复开采，故预测地

面沉陷下沉最大值约 2273 mm，最大倾斜值约 29.75 mm/m，最大曲率值为 0.68 $\times 10^{-3}$/mm，最大水平移动值约为 622.9 mm，最大水平变形值约为 13.48 mm/m。而一盘区北侧仅仅存在 3^{-2} 煤层开采与 1^{-2} 煤残采，一盘区南侧存在 3^{-2} 煤开采及 2^{-2} 煤残采，二盘区东南侧仅有 3^{-2} 煤层开采。

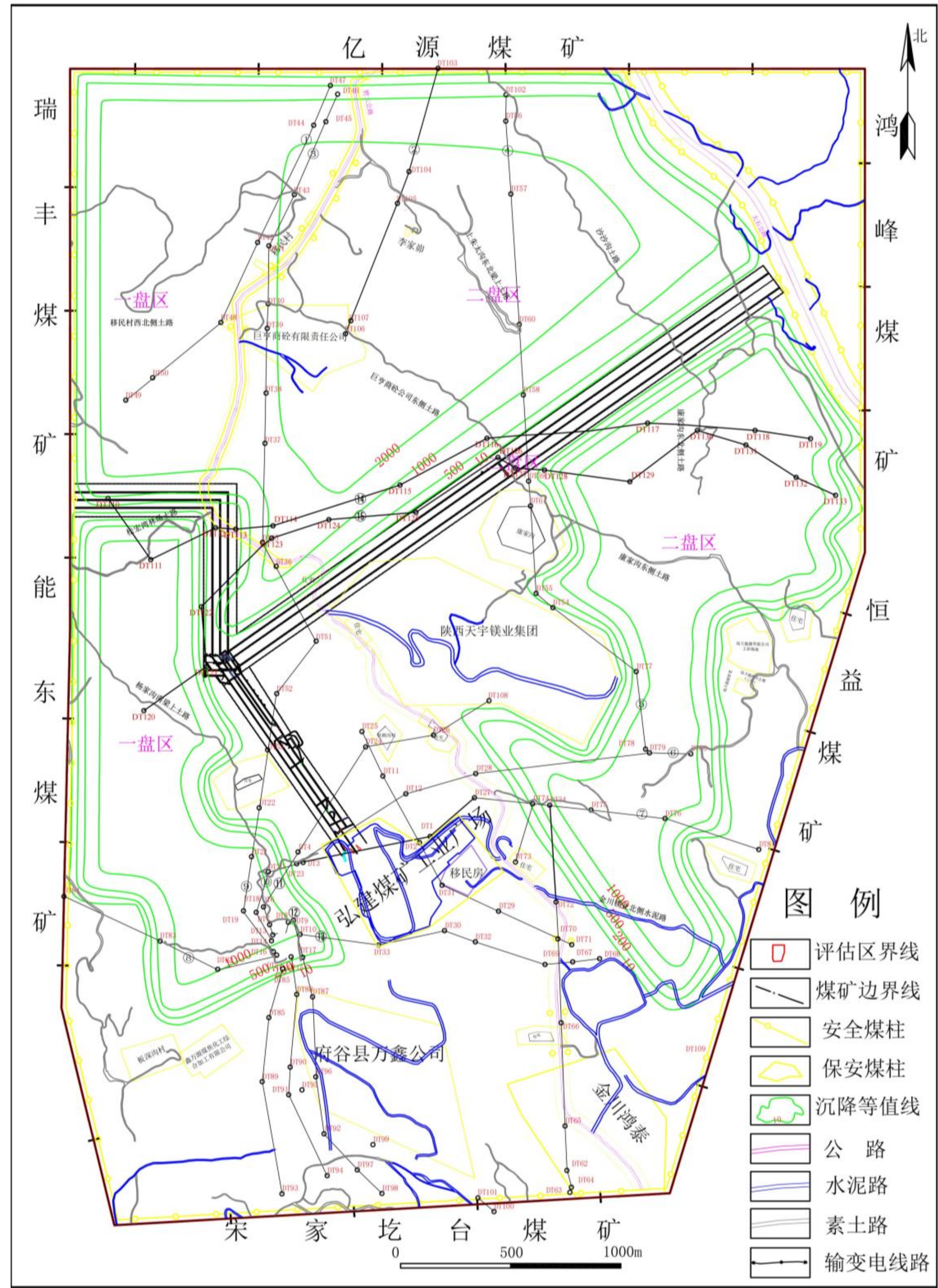


图 3.2-20 全井田开采地表下沉等值线图

3）引发不稳定地质体的类型、范围及时间

弘建煤矿主要可采煤层为 3^{-1} 与 3^{-2} 煤，随着煤层的开采地表会出现裂缝、错坎和塌陷坑。其形成时间和范围与井下采掘工作面的布置及推进速度、距离密切相关。地表沉陷的影响范围受煤层厚度、上覆岩层的厚度、岩性、移动角和边界角影响。根据本井田的地质特征及开采条件，结合实践经验计算确定，塌陷中心基本上与开采中心相同，塌陷盆地范围比采空区本身在平面上向外扩展约 63 m。

地表移动变形在时间上与井下采掘工作面的推进速度、距离等密切相关，一般当工作面自开采开始向前推进的距离相当于 $H/4$（H 为平均采深）时，开采影响即波及到地表，引起地表变形。依据《建筑物、水体、铁路及主要井巷煤柱留设及压煤开采规程》，停采后地表移动的延续时间（T）可根据下式计算：

$$T = 2.5 \times H(d)$$

根据上述公式，通过综合计算求得全井田 3^{-1} 煤层地表移动变形时间平均约 358 d；3^{-2} 煤层地表移动变形时间平均约 421 d；2^{-2} 煤层地表移动变形时间平均约 297 d。

4）采矿活动影响程度预测

根据开发利用方案，矿区地面建设工程主要有主工业场地、生活福利区场地、高位水池及进场道路等。

① 采矿活动引发煤矿地面工程损坏预测评估

由于主工业场地、生活福利区场地、高位水池及进场道路等均位于无煤区或保护煤柱内，故场地内建构筑物等基本不受开采引起的地表变形影响。因此，预测评估采矿活动引发的地面沉陷对煤矿地面工程危害程度小，危险性小，地质环境影响程度**较轻**。弘建煤矿近期采矿区域远离煤矿地面工程位置，故近期采矿活动对其造成的危害程度小，危险性小，地质环境影响程度**较轻**。

② 采矿活动引发村庄、工业地面建构筑物损坏预测评估

评估区内存在一个长方梁行政村、六个自然村，以及府谷县万鑫公司、老高川变电所等七个工矿企业单位。上述村庄及工矿企业场地下均留设保护煤柱，故地表建构筑物不受采矿活动引发的地面沉陷及相关变形破坏的影响。综合分析，预测评估矿山服务期与近期采矿活动引发的地面沉陷不稳定地质体对村庄、工矿企业地面建（构）筑物危害程度小，危险性小，地质环境影响程度**较轻**。

③ 采矿活动引发道路损坏预测评估

评估区内道路主要包括南北向贯通井田的野大公路、井田东北侧的大石公路。其中大石公路所处位置远离主采煤层所在位置，故该道路基本不受开采沉陷的影响；而野大公路由南向北贯穿煤矿整个井田，处于开采沉陷影响范围内，但依据开发利用方案，野大公路下已按规定留设保护煤柱，故采煤沉陷对该道路危害程度小，危险性小。而位于采区之上的地表其他乡村土路及水泥路均无煤柱保护，故综合分析，预测全井田与近期采矿活动造成的地面沉陷对上覆地表相关乡村道路危害程度中等，危险性中等。经过预测分析，受采煤沉陷影响到乡村道路包括移民村西侧土路、巨亨商砼公司东侧土路、上朱太沟东北梁上土路、沙沙沟土路、松宏湾林场土路、杨家沟南梁上土路、康家沟东北侧土路、董家沟东侧土路及金川镁业北侧水泥路，在后续采矿活动影响下，地面沉陷可能对其产生开裂损坏，危险性中等，地质环境影响程度**较严重。**近期采煤沉陷主要影响的道路包括括移民村西侧土路、巨亨商砼公司东侧土路及沙沙沟土路。

④ 采矿活动引发输电线路损坏预测评估

井田内分布的 7 条高压输电线路及上百高压线塔，部分线路及线塔处于采矿活动影响范围内，依据沉陷计算结果，受全井田开采沉陷影响的高压输电线路约 18.70 km，威胁 83 座高压线塔；而受近期开采沉陷影响的高压输变电线路约 8.89 km，威胁 33 座线塔。依据前期煤矿开采对输电线路影响程度分析，受影响输电线路及线塔损坏程度较严重，沉陷开裂一旦影响到线塔塔基，会造成塔基歪斜或倒塌，对输变电线路产生严重危害。因此，预测评估认为，近期煤矿开采及后续开采产生的地面沉陷对上覆地表相关输变电线路危害程度中等，危险性**中等，**地质环境影响程度**较严重**；除此之外，井田内分布的低压输电线路及电线杆，受采矿活动影响较大，但损坏等级一般为Ⅱ级，属于轻度损坏，故预测评估采矿活动对低压输电线路危害程度小，危险性小，地质环境影响程度**较轻**。

（三）矿区含水层破坏现状分析与预测

1、采矿活动对含水层影响和破坏现状评估

评估区地质构造简单，未发现明显的断层等构造现象。煤矿开采时的矿坑充水通道主要为煤层开采后形成的冒落带及导水裂隙带，可能导致不同含水层相互连通，并使松散层潜水、风化裂隙带潜水、承压水由间接充水转化为直接充水而

进入矿井。

（1）对含水层结构的影响和破坏现状评估

弘建煤矿由府谷县老高川乡字峁沟煤矿、府谷县老高川乡常兴联营煤矿、府谷县老高川乡华兴煤矿于2008年整合而来，原始三个小煤矿以往均开采2^{-2}煤层，矿井涌水量不超过15 m^3/d，涌水量较小。后续弘建煤矿自2013年开始开采3^{-1}煤，而开采3^{-1}煤与前期2^{-2}煤采空区位置存在水平重叠，存在多水平开采，含水层结构影响和破坏**严重**。

经过现场调查核实，弘建煤矿开采3^{-1}号煤层，位于侏罗系中统延安组，开采形成的采空塌陷产生的导水裂隙带破坏侏罗系中统延安组砂岩裂隙含水层，并延伸至侏罗系中统延安组3号煤顶板砂岩裂隙承压水含水层，局部沟通区内第四系全新统风积沙层含水层、第四系全新统冲积层含水层、第四系全新统黄土含水层，破坏区内地下含水层结构。

综上所述，现状条件下，采矿活动对地下含水层结构的影响和破坏程度**严重**。

（2）对含水层水位及水量的影响和破坏现状评估

弘建煤矿早期开采2^{-2}煤层，形成采空区面积4.702 km^2，目前开采3^{-1}煤层，已形成采空区面积 3.648 km^2，当前矿井正常涌水量为 1320 m^3/d，最大涌水量1800 m^3/d，水量减小程度相对较小。根据弘建煤矿水文地质类型划分报告显示，位于黄土梁峁区的第四系中更新统黄土裂隙孔隙潜水一般埋深14-60 m，沙漠滩地区第四系上更新统萨拉乌苏组孔隙潜水一般埋深 3-10 m，而河谷阶地区第四系全新统河谷冲积层潜水一般埋深1-4 m。根据本次现场调查，弘建煤矿矿区内长方梁沟水井（X=   ，Y=   ）井底深度9.4 m，水位深度约7.0 m；2024年7月至 2025年7月，平均监测水位标高 1173.5 m，水位变幅不超过2 m。此外伙赖沟水井（X=   ，Y=   ）井底深度70 m，水位深度52 m，平均监测水位标高1157.0~1162.0m，水位变幅约3~5 m。综上所述，现状条件下，采矿活动对地下水位及水量的影响**较严重**。

（3）对含水层水质的影响现状评估

含水层被沟通后，各含水层地下水水质混合，汇流向工作面，经煤矿排水设备排出地表，通过矿井水处理站达标处理后部分回用，但各主要充水含水层的固有水质本身未发生改变，因此煤矿采矿活动对含水层水质影响程度**较轻**。

（4）对生产生活用水的影响现状评估

本次现场调查时，评估区内居民生产生活用水口感正常，地下水呈无色、透明、无味状态，各项化学包含物指标正常。故煤矿采矿活动对村民生产生活用水的影响程度**较轻**。

综上所述，现状条件下，采矿活动对评估区内含水层结构影响和破坏严重，但对含水层水位及水量影响较严重、对水质及当地村民生产生活用水影响程度较轻。**故现状评估，前期采矿活动对含水层影响程度严重。**

2、采矿活动对含水层影响和破坏预测评估

煤层开采后，上覆岩层会发生移动变形，形成冒落带、导水裂隙带和弯曲下沉带，可能波及上覆含水层并危及地表水系的安全。

（1）采煤冒落带、导水裂隙带及保护层高度预测

覆岩移动变形对含水层的影响主要受垮落带、导水裂隙带高度的控制。考虑煤层顶板、上覆岩层岩性，垮落带、导水裂隙带高度计算采用《建筑物、水体、铁路及主要井巷煤柱留设与压煤开采规程》中推荐的公式模式：上下两层煤的最小垂距大于回采下层煤垮落带高度的，上下层煤导水裂隙带最大高度可按上下煤层厚度分别计算，取其中标高最高者为两层煤的导水裂隙带最大高度。除此之外，依据神府矿区区域采矿经验：一般导水裂隙带高度为采高的22-24倍，为安全起见，经验估算是取24。

垮落带高度的预测：

$$H_m = \frac{100\sum M}{4.7\sum M + 19} + 2.2$$

式中：H_m—垮落带高度（m）；M—煤层的开采厚度（m）。

导水裂隙带高度预测：

$$\text{模式1：} H_{Li} = \frac{100\sum M}{1.6\sum M + 3.6} + 5.6$$

$$\text{模式2：} H_{LI} = 20\sqrt{\sum M} + 10$$

根据上述计算公式及经验，弘建煤矿各煤层开采后垮落带、导水裂隙带高度预测结果见表3.2-8。

由表3.2-8可知，2^{-2}煤导水裂隙带高度为22.32~58.32 m，而上覆基岩厚度

为 6.47~68.71 m，故一些沟谷地区采空导水裂隙带将直接连通地表，而部分梁峁区导水裂隙带将进入基岩风化层或直接穿越新近系红土层顶面进入第四系松散层；3^{-1}煤导水裂隙带高度为 25.49~39.36 m，而3^{-1}煤与2^{-2}煤间距为 18.83~30.31 m，3^{-1}煤上覆导水裂隙带将与2^{-2}煤采空区相连通；3^{-2}煤上覆导水裂隙带高度为 26.12~42.48 m，而3^{-1}煤与3^{-2}煤间距约为 22.11~27.46 m，3^{-2}煤导水裂隙带将与3^{-1}煤采空区相连通。

表 3.2-8　井田开采后导水裂隙带高度预测结果

煤层编号	统计参数	煤层采厚（m）	导水裂隙带高度（m）			垮落带高度（m）
			模式 1	模式 2	经验	
2^{-2}	最小值	0.38	14.63	22.32	9.12	4.03
	最大值	2.43	38.05	41.18	58.32	10.19
	平均值	1.75	32.94	36.46	42	8.63
3^{-1}	最小值	0.6	18.76	25.49	14.40	4.95
	最大值	1.64	31.95	35.61	39.36	8.34
	平均值	1.50	31.60	34.49	36	7.96
3^{-2}	最小值	0.65	19.61	26.12	15.60	5.15
	最大值	1.77	33.17	36.61	42.48	8.68
	平均值	1.50	31.60	34.49	36	7.96

（2）对含水层结构的影响和破坏预测评估

根据导水裂隙带高度计算结果，弘建煤矿井田的2^{-2}煤层开采会在部分地区导通上覆基岩顶面，在沟谷处导通地表，而3^{-1}煤层开采其导水裂隙带会与2^{-2}煤层采空区连通，3^{-2}煤层开采其导水裂隙带会与3^{-1}煤层采空区贯通(图 3.2-21)。侏罗系中统延安组为矿井的含煤地层，采煤导水裂隙会完全破坏煤层顶板延安组砂岩裂隙承压含水层，该含水层是矿井的直接充水含水层。除此之外，局部地段会贯通静乐组导入第四系含水层，会对采区上覆的第四系含水层产生一定的影响。近期煤矿开采的3^{-1}煤与3^{-2}煤位于不同盘区，二盘区还未涉及到3^{-2}煤大面积开采，故导水裂隙带发育仅受控于3^{-1}煤之上的含水层，而一盘区导水裂隙带发育将沟通上覆采空区，影响更加剧烈。

综合分析，预测评估，全井田采矿活动与近期采矿对含水层结构影响和破坏**严重**。

（3）对含水层水位影响预测评估

在煤炭开采过程中要对井下水进行疏干，在矿井长期疏干开采过程中，将会引起开采煤层顶板含水层水位下降。采煤引起开采境界周围地下水位下降的范围

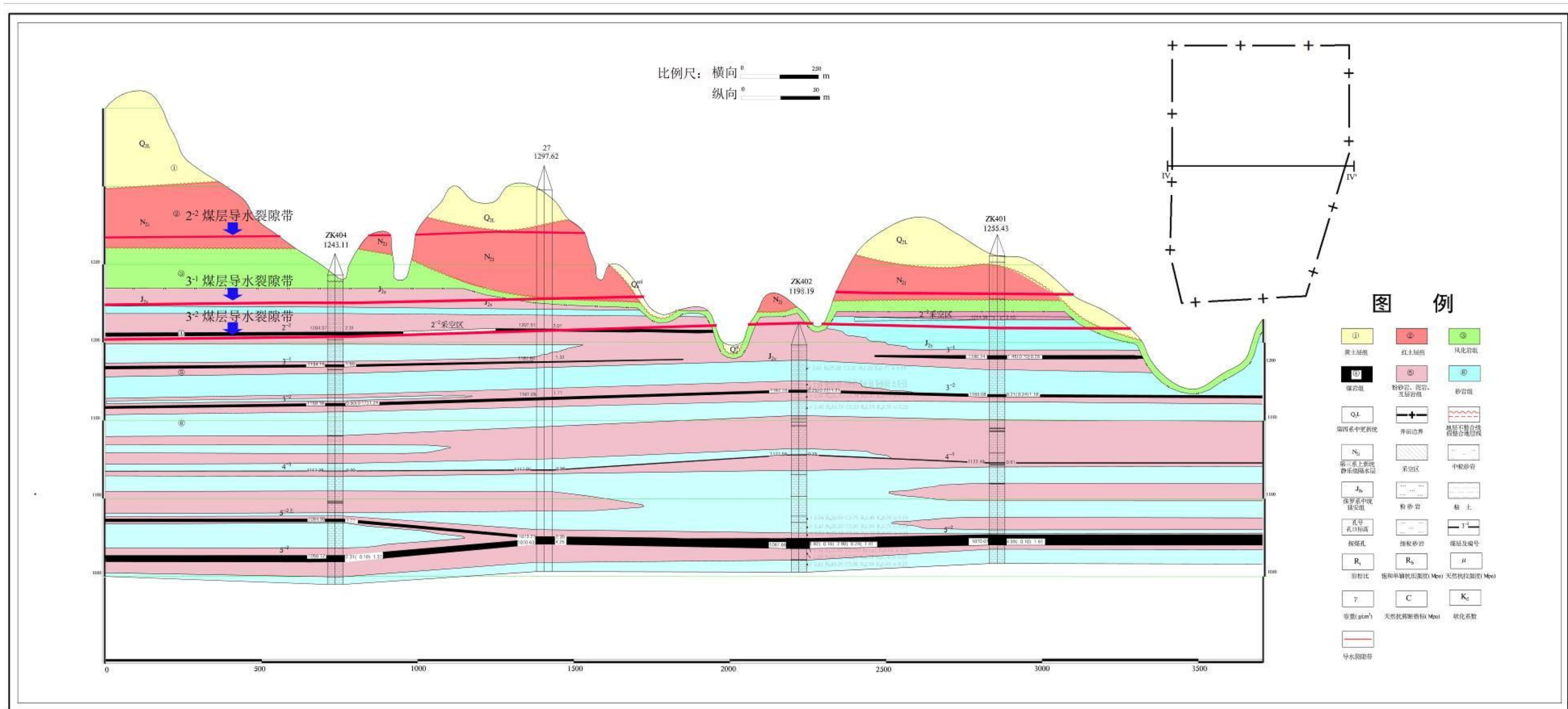


图 3.2-21　煤层开采导水裂隙发育图

可以进行下面的估算。根据导水裂隙带计算结果，煤炭开采后导水裂隙带大部分区域仅到达侏罗系中统延安组裂隙含水层，因此，井田内采煤引起开采境界周围地下水位下降的范围可以用下式估算：

$$R = 10S\sqrt{K}$$

式中：*R*—水位下降影响半径，m；

S—水位降深，本项目按承压水位降至煤层底部考虑，最大为 60.77 m；

K—渗透系数，为 0.00149 m/d。

根据项目的有关资料，计算其开采边界外水位下降影响半径最大为 23.46 m。

考虑地质条件的复杂性，本计算只作为水位变化趋势的分析依据，具体的水位下降范围会随地质条件的变化而有所变化。因此采煤对井田内的地下水水位会有一定的影响，但是由于井田范围有限，煤层开采不会影响区域地下水位。矿井服务期满后，不再进行矿井疏干排水，煤层顶板含水层水位会逐渐恢复并达到新的平衡。综合分析，预测评估，采矿活动对含水层水位影响在方案服务期内**较严重**。

（4）对含水层水质的影响预测评估

煤层开采中，被导水裂隙带影响到的各含水层地下水合并渗漏形成矿井水，使原有的水质发生变化，成为混合水质。当进入采掘巷道后，则会受到井下开采的影响，使水质受到污染，增加了水体悬浮物和 COD 的含量。但煤矿装备有污水处理系统，处理后的出水水质可满足《煤炭工业污染物排放标准》中的井下排水水质要求，达标处理后的矿井水回用于井下消防洒水、黄泥灌浆用水和厂区绿化用水等，矿井水处置率 100%，回用率 100%。因此，评估区内主要充水含水层的水质本身不会发生明显改变。综合分析，预测评估，井田煤矿开采对含水层水质的影响**较轻**。

（5）对生产生活用水的影响预测评估

根据开采利用方案，矿方与府谷县惠泉水务有限责任公司签订的供水协议，矿井生活用水和部分生产用水由水务公司提供，供水量为 40 万 m^3/a。其他生产用水采用井下排出的地下水解决。村庄用水则依靠当地的水源井，经过调查，除伙赖沟外，其余村庄水源井水位深度不超过 10 m，取水方便，且水质无明显变化。经预测评估，采矿活动对生产生活用水的影响较轻。

综上所述，弘建煤矿全井田煤矿开采及近期开采均对含水层具有较为强烈的影响，影响程度**严重**。

（四）矿区地形地貌景观（地质遗迹、人文景观）破坏现状分析与预测

1、地形地貌景观破坏现状评估

（1）煤矿地面建设工程对地形地貌景观影响的现状评估

弘建煤矿地面工程场地包括主生产的主工业场地、生活福利区场地、高位水池及相关矿山道路。由于上述场地包含众多建构筑物，前期建设选址主要位于伙赖沟沟道内及沟道左岸黄土梁上，因场地占地面积较大，沟道内实施了填埋整平，而梁峁地段实施了开挖整平，整体上破坏了自然生态景观（照片 3.2-30）。因此，现状条件下，煤矿地面建设工程对地形地貌景观影响**严重**。



照片 3.2-30　煤矿地面工程所在场地现状地形地貌（镜向 NE）

（2）采矿活动对地形地貌景观影响的现状评估

评估区位于陕北黄土高原北缘与毛乌素沙地过渡地带，地貌类型较简单，以黄土梁峁沟壑地貌为主。总体地势西北高东南低，土地利用类型主要为草地、耕地及林地。前期煤矿开采形成了多处地面沉陷区，地面沉陷特征主要以地面开裂，错动台阶等表现形式出现，在一定程度上影响了原生地貌的完整性，同时也引起局部地形坡度发生一定变化。但现场调查发现，区域地形地貌未受到明显改变，评估区总体地貌景观未被改变。因此，现状条件下，采矿活动对评估区地形地貌景观影响**较轻**。另外，评估区内无地质遗迹、人文景观及其他风景旅游区。

2、地形地貌景观破坏预测评估

弘建煤矿地面工程中的主工业场地、生活福利区场地、进场道路等相关建构筑物均已建成，后期场地不存在较大的改变地形地貌景观的工程建造。因此，预测评估，地面建设工程相关活动对地形地貌景观影响程度较轻。

根据采煤沉陷预测结果，全井田煤矿开采及近期开采最大沉陷值分别为1124 mm、2273 mm，沉陷值较大，地面沉陷对地面标高会产生一定的影响，引起地表坡度发生一些变化，产生的伴生地裂缝，特别是一些较大的裂缝会改变原生地貌的完整性，但不会快速改变本区总体地形地貌景观类型。故预测评估采矿活动对地形地貌景观影响较轻。

（五）矿区水土环境质量现状分析与预测

1、矿区水土环境质量现状分析

（1）水环境质量现状分析

弘建煤矿井田范围内无明显的地表水体，井田范围内沟道多为季节性沟道，缺水少水。矿井井下排水主要是各含水层的涌水和少量井下生产废水。矿井正常涌水量为 55 m^3/h，最大涌水量 75 m^3/h。现场调查，煤矿主工业场地内生产区建有一座矿井水处理站（照片 3.2-31）。通过混凝、沉淀、过滤及消毒等工艺实现矿井水水质处理，从而实现矿井水的回用。因此，现状条件下，矿井井下排水对水环境质量影响较轻。



照片 3.2-31　矿井水处理站（镜向 SE）

（2）土环境质量现状分析

一般煤矿开采造成的土环境质量下降影响源主要包括矸石与生活垃圾。根据

开发利用方案，弘建煤矿每年井下掘进矸石、地面生产系统产生的矸石约有 12 万吨。当前煤矿对于矸石的处理方案为无偿赠送给府谷县锦福源工贸有限公司。现场调查，矿区内未发现明显的矸石集中堆放区，主工业场地南侧存在一处已复垦的弃土场，根据对周边采取土样进行室内试验分析，土体未受到明显的重金属等化学物质影响。

而生活垃圾处理则由矿方设垃圾储存箱，由专人每天收集和集中分拣处理后，定期运往环卫部门指定的垃圾处置场地进行处置。

综合分析，现状条件下，评估区土环境质量受影响程度较轻。

2、矿区水土环境质量预测分析

根据开发利用方案，并结合现场调查，确定工业场地内建有矿井水处理站。工业场地内生产区的矿井水处理站主要包括调节池、絮凝池、沉淀池等。类似矿井采用相同方法处理结果表明，混凝沉淀的方法对井下水中主要污染物 SS 的去除效率至少在 93%左右，对 COD 的去除率也在 80%以上。井下水中的 SS 可以满足小于 30 mg/L 的井下洒水、注水的回用要求。达标处理后的矿井水回用于井下消防洒水、黄泥灌浆用水和厂区绿化用水等，矿井水处置率 100%，回用率 100%。故预测评估，评估区水环境质量受影响程度较轻。

针对近期与全井田煤矿开采而言，井工开采后沉陷区会出现伴生地裂缝、局部地区地表坡度将会发生变化，沉陷过程使土壤质地趋于疏松，土壤理化性质降低，均属于物理破坏，对土壤环境质量影响程度较轻。此外，近期及全井田煤矿开采期产生的矸石及生活垃圾，均按相关要求进行了出矿处置设计。因此，预测评估，评估区内土环境质量受影响的程度较轻。

（六）矿山地质环境影响评估分级与分区

1、现状评估分级与分区

（1）现状评估分级

由于现状评估确定煤层开采对含水层的影响程度为严重，含水层的影响划为 1 个严重区，不能清晰地反映煤层开采引发地面沉陷对各威胁对象的危害程度和危险性，也不能反映煤层开采对地形地貌景观的影响程度。为了更合理地反映以上情况，分区时对含水层的影响程度只做文字性叙述（严重级），不作为分级分区划分依据。根据不稳定地质体、含水层破坏、地形地貌景观破坏、水土环境质

量受损的情况，依据就高不就低的原则，按《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》（DZ/T0223-2011）附录 E“矿山地质环境影响程度分级表”，评估区地质环境影响程度属严重。评估区地质环境影响程度见表 3.2-9。

表 3.2-9　矿山地质环境影响现状评估分级表

因素	不稳定地质体	含水层	地形地貌景观	水土环境质量
现状评估	不稳定斜坡、地面沉陷危险性中等，对地质环境影响较严重。	采矿活动引发的导水裂隙沟通破坏延安组裂隙承压水，含水层结构破坏，水位降至煤层底板，影响程度严重。	主工业场地、生活福利区场地、高位水池及矿山道路在前期建设过程中，开挖黄土梁峁，同时填埋沟谷，改变原始地形地貌景观。	水环境质量与土环境质量受影响均较轻。
程度分级	较严重	严重	严重	较轻

（2）现状评估分区

矿山地质环境影响程度分区采用“区内相似，区际相异”的原则，根据不稳定地质体威胁对象、危害程度及采矿活动对含水层、地形地貌景观和水土环境质量的影响程度等评估要素，对评估区矿山开采进行地质环境影响程度分级分区。

评估区影响程度分为严重、较严重和较轻 3 个级别 7 个区，其中严重区 2 个，总面积 0.194 km^2，占评估区总面积的 1.12%；较严重区 4 个，面积 3.548 km^2，占评估区的 20.54%；较轻区 1 个，面积为 13.528 km^2，占评估区总面积的 78.34%（见表 3.2-10）。

表 3.2-10　矿山地质环境影响现状评估分区表

影响程度分区					危险性或地质环境影响程度				影响程度
分区及编号		位置	面积（km^2）	百分比（%）	不稳定地质体	地形地貌景观破坏	水土环境质量	含水层破坏	
严重区	I1	主工业场地、生活福利区场地、进场道路场外部分	0.192	1.11	危险性小	影响严重	影响程度较轻	已开采区域对含水层影响程度严重；未开采区域对含水层的影响程度较轻	严重
	I2	高位水池及道路	0.002	0.01	危险性小	影响严重			
较严重区	II1	BP1 及其影响范围	0.007	0.04	危险性中等	影响较严重			较严重
	II2	BP2 及其影响范围	0.007	0.04	危险性中等	影响较严重			
	II3	BP3 及其影响范围	0.006	0.03	危险性中	影响较严重			

					等				
	II4	已开采沉陷区域	3.528	20.43	危险性中等	影响较严重			
较轻区	III	其他区域	13.528	78.44	危险性小	影响较轻			较轻
合计	-	-	17.270	-	-	-	-	-	-

2、预测评估分级与分区

（1）预测评估分级

根据不稳定地质体、含水层破坏、地形地貌景观破坏、水土环境质量受采矿活动的影响情况，依据就高不就低的原则，按《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》（DZ/T0223-2011）附录 E“矿山地质环境影响程度分级表”，评估区地质环境影响程度为严重。评估区地质环境影响程度分级见表 3.2-11。

表 3.2-11　矿山地质环境影响预测评估分级表

因素	不稳定地质体	含水层	地形地貌景观	水土环境质量
预测评估	不稳定斜坡威胁的地面工程及对象遭受其危险性中等；近期及全井田采矿活动引发的地面沉陷造成采区土路受损、影响输变电线路安全。	近期及全井田采矿活动引发的导水裂隙沟通破坏延安组裂隙承压水，含水层结构破坏，水位降至煤层底板，影响程度严重。	近期及全井田采矿活动会引发地面沉陷，沉陷会使得部分区域地形发生改变，但不会影响整体的地形地貌景观。	矿山企业严格按照污废水处理工艺进行生活污水、矿井水处理。处理达标后预测矿山开采对矿区水土环境质量影响较轻。
程度分级	较严重	严重	较轻	较轻

（2）预测评估分区

矿山地质环境影响程度分级分区与现状评估分级分区的原则相同。根据不稳定地质体、含水层破坏、地形地貌景观破坏、水土环境质量受损的情况，依据就高不就低的原则，将评估区按照矿山地质环境影响程度分为较严重和较轻 2 个级别 20 个区，其中较严重区 19 个，面积共计 0.445 km^2，占评估区的 2.57%；较轻区 1 个，面积为 16.825 km^2，占评估区总面积的 97.43%（见表 3.2-12）。

表 3.2-12　矿山地质环境影响预测评估分区表

影响程度分区					危险性或地质环境影响程度				影响程度
分区及编号		位置	面积（km^2）	百分比（%）	不稳定地质体	地形地貌景观破坏	水土环境质量	含水层破坏	
较严重区	Ⅱ1	上朱太沟东北梁上土路	0.014	0.07	危险性中	影响程度较轻	影响程度较轻	开采区域对含水层影响程度严重	较严重
	Ⅱ2	沙沙沟土路	0.005	0.03	危险性中				较严重
	Ⅱ3	巨亨商砼公司东侧土路	0.006	0.03	危险性中				较严重
	Ⅱ4	松宏湾林场土路	0.004	0.02	危险性中				较严重
	Ⅱ5	杨家沟南梁上土路	0.003	0.02	危险性中				较严重
	Ⅱ6	康家沟东北侧土路	0.003	0.02	危险性中				较严重
	Ⅱ7	康家沟东侧土路	0.006	0.03	危险性中				较严重
	Ⅱ8	金川镁业北侧水泥路	0.009	0.05	危险性中				较严重
	Ⅱ9	移民村西北侧土路	0.011	0.06	危险性中				较严重
	Ⅱ10	①号线塔路线	0.035	0.20	危险性中				较严重
	Ⅱ11	②号线塔路线	0.042	0.24	危险性中				较严重
	Ⅱ12	③号线塔路线	0.026	0.15	危险性中				较严重
	Ⅱ13	④号线塔路线	0.028	0.16	危险性中				较严重
	Ⅱ14	⑭号线塔路线	0.070	0.41	危险性中				较严重
	Ⅱ15	⑮号线塔路线	0.078	0.45	危险性中				较严重
	Ⅱ16	⑤、⑥号线塔路线	0.027	0.16	危险性中				较严重
	Ⅱ17	⑦号线塔路线	0.020	0.12	危险性中				较严重
	Ⅱ18	⑫、⑬号线塔路线	0.013	0.08	危险性中				较严重
	Ⅱ19	⑧、⑨、⑩、⑪号线塔路线	0.045	0.26	危险性中				较严重

较轻区	III	其他区域	16.825	97.44	危险性小				较轻
合计	-	-	17.270	-	-	-	-	-	-

三、矿山土地损毁预测评估

（一）土地损毁环节与时序

弘建煤矿属于生产矿井，地面建设工程已完成并使用多年。因此，根据煤矿的开采历史并结合现场调查综合分析，该项目对土地造成损毁的环节主要为生产期造成的压占及地面沉陷损毁土地，同时前期煤矿建设过程中对土地亦造成了一定的损毁。

1、建设期

（1）土地损毁的环节

建设期土地损毁过程主要表现在主工业场地、生活福利区场地、高位水池及道路建设对土地的挖损、压占所造成的土地损毁。

（2）土地损毁的时序

矿山建设期导致土地损毁的顺序与建设期施工进度密切相关，建设期土地损毁时间随工程建设施工进度不断推进，并随施工进度和强度可能呈现不连续性，出现阶段性不同程度的损毁。建设期土地损毁主要体现在：地面设施基础和井下建设造成的土地挖损损毁，地面设施建造和固体废弃物堆积造成的土地压占损毁。

（3）土地损毁的方式

矿山建设期分为地面建设和井下建设两部分，地面建设工程对土地的损毁形式主要表现为对土地的挖损、压占等活动，地面工程建设改变了土地原有的地形地貌和土地利用形式。井下工程建设主要包括巷道和硐室的建设，井下工程建设对土地的损毁主要集中在建设阶段产生的废弃土石方堆弃对土地的压占损毁。

结合矿山现状，现阶段煤矿井下建设已经完成，地面工程基础建设已基本完成，主工业场地、生活福利区场地、进场道路已建成，主要对土地造成压占损毁。

2、生产期

（1）土地损毁的环节

根据矿山开发利用方案，结合实地调查情况，生产过程中造成的土地损毁形式主要表现为地表沉陷和地表裂缝，地表沉陷过程也产生地表裂缝，两者的损毁形式为沉陷损毁。

（2）土地损毁的时序

地下煤层采出后引起的地表沉陷是一个时间和空间过程。根据煤矿开采历史和计划，煤矿已开采了大部分 2^{-2} 煤层及近一半 3^{-1} 煤层，且后期涉及多煤层开采的复杂性。随着工作面的推进，不同时间的回采工作面与地表点的相对位置不同，开采对地表点的影响也不同。地表点的移动经历一个由开始移动到剧烈移动，最后到停止移动的全过程。在地表移动的过程也是地表裂缝产生的过程，从而造成地表土地受到损毁，影响土壤水分等土壤理化性质，对地表植被造成损害。弘建煤矿盘区内采煤工作面前进式按顺序开采，工作面内按后退式由盘区边界向盘区巷方向推进。矿区土地损毁时序与开采顺序一致。煤矿开采与土地损毁的时序关系见图 3.3-1。

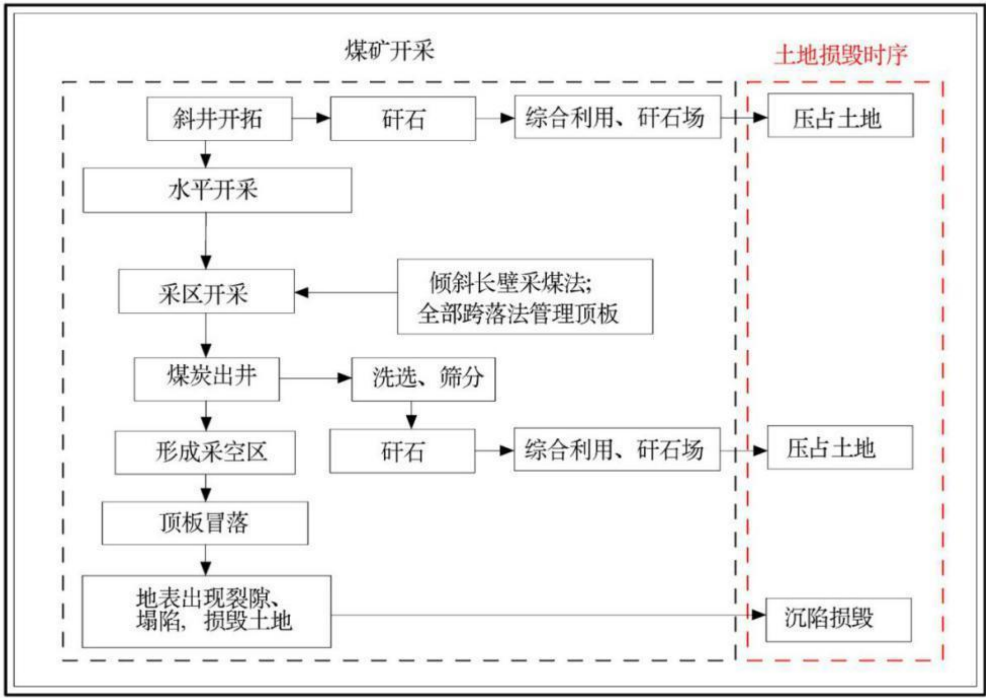


图 3.3-1　煤矿开采与土地损毁时序关系

（3）土地损毁的方式

1）地表裂缝

随着煤炭的开采，地表局部将出现地裂缝，并可能出现地面台阶。裂缝通常

分布于各种煤柱的上方，并形成几条平行的裂缝带，使土地被分割，导致土壤剖面耕作层厚度减小，土壤各土层产生垮落、错动，改变土壤剖面，使土壤有机原有质量受到损害，对植被生长不利。

2）地表沉陷

矿山开采方式为长壁综合机械化采煤法，随着开采活动的进行，采空区的出现，地表雨水冲刷、坑道水流动、煤柱破坏等因素的影响，引起采空区上覆岩土体破裂，将导致地表产生移动变形，破坏原有地表土体结构，引起地表塌陷，对土地资源造成损毁。同时，由于地表塌陷，地面建筑物、植被、道路、通电通讯等生产设施也将受到不同程度的破坏。该过程从煤炭大规模开采后开始，一直持续到采煤结束后约两年左右。

（二）已损毁各类土地现状

根据弘建煤矿开采历史、土地复垦治理情况，结合现场调查等情况进行综合分析，重点对纳入本期复垦责任范围的已损毁土地进行分析。

1、压占损毁土地

弘建煤矿压占损毁土地主要包括地面工程临时占地区域。压占损毁面积见表3.3-1。临时占地包括工业场地内非不动产登记范围，以及进场道路场外部分及通高位水池道路占地区域。上述场地压占土地类型主要为采矿用地、林地及草地，共计压占面积 12.31 hm^2，损毁土地形式为占用，损毁程度为重度。上述占地区域在煤矿闭坑后均不留续使用，闭坑后实施相应的土地复垦。

2、其他地面工程废弃损毁土地

根据野外调查及资料分析，陕西天宇镁业集团西侧长方梁村有 7 处废弃建筑区，建筑所有权居民已与煤矿签署搬迁协议，统一搬迁至移民新村，现 7 处区域有废弃房屋遗留，损毁土地面积 2.66 hm^2，土地类型主要以工业用地、商业服务用地及农村宅基地为主。此外，伙赖沟新村东侧存在一处连通野大公路的临时道路，由于 2024 年矿方为其新建一条通村道路，故临时道路被废弃，损毁土地面积 0.2 hm^2，土地类型为农村道路。以上两处工程因废弃造成土地损毁，故需在近期实施复垦。

3、沉陷损毁土地

现状沉陷损毁土地主要为弘建煤矿 2014-2024 年开采 3^{-1} 煤形成的采空区引

发地面沉陷所致。经调查，煤矿采空塌陷区土地利用现状为耕地、园地、林地、草地等 9 个一级地类，总体分布在二盘区北侧。依据煤矿开采经验并结合调查结果综合确定已沉陷损毁土地的范围及损毁程度，综合确定受沉陷影响已损毁土地面积合计为 352.74 hm^2。

依据土地利用现状图，绘制已压占损毁土地与其他地面工程废弃损毁土地分布见图 3.3-2，而已沉陷损毁土地分布见图 3.3-3。根据已损毁土地范围内土地利用现状情况，统计不同损毁形式及损毁程度的地类面积，具体见表 3.3-1~3.3-2。

表 3.3-1　压占损毁土地与地面工程废弃损毁土地地类统计

一级地类		二级地类		压占损毁（hm^2）			地面工程废弃损毁（hm^2）		小计（hm^2）
				工业场地非不动产登记区	进场道路	高位水池道路	长方梁村废弃宅基地	伙赖沟新村东侧临时便道	
损毁程度				重度	重度	重度	重度	重度	
1	耕地	0103	旱地				0.09		0.09
3	林地	0301	乔木林地	0.01					0.01
4	草地	0401	天然牧草地	0.08	0.06		0.54		0.68
		0404	其他草地		0.03	0.14	0.01		0.18
5	商业服务业用地	05H1	商业服务业设施用地				0.67		0.67
6	工矿仓储用地	0601	工业用地				1.10		1.10
		0602	采矿用地	11.74					11.74
7	住宅用地	0702	农村宅基地				0.22		0.22
8	公共管理与公共服务用地	08H2	科教文卫用地				0.03		0.03
10	交通运输用地	1003	公路用地			0.01			0.01
		1006	农村道路		0.24			0.20	0.44
合 计				11.83	0.33	0.15	2.66	0.20	15.17

表 3.3-2　已沉陷损毁土地地类统计

一级地类		二级地类		已沉陷损毁程度（hm^2）		
				轻度区	中度区	小计
01	耕地	0103	旱地	49.75	23.12	72.87
02	园地	0201	果园	4.05	0.42	4.47
03	林地	0301	乔木林地	14.63	6.14	20.77
		0305	灌木林地	2.18	7.51	9.69
		0307	其他林地	2.14	7.10	9.24
04	草地	0401	天然牧草地	107.90	69.84	177.74
		0404	其他草地	9.13	16.92	26.05
06	工矿仓储用地	0601	工业用地	7.59		7.59
		0602	采矿用地	15.93	0.88	16.81
07	住宅用地	0702	农村宅基地	0.30	0.67	0.97
10	交通运输用地	1003	公路用地		0.43	0.43
		1006	农村道路	1.95	1.85	3.8
11	水域及水利设施用地	1101	河流水面	0.55	0.61	1.16
12	其他土地	1202	设施农用地	0.26	0.03	0.29
		1206	裸土地	0.86		0.86
合　计				217.22	135.52	352.74

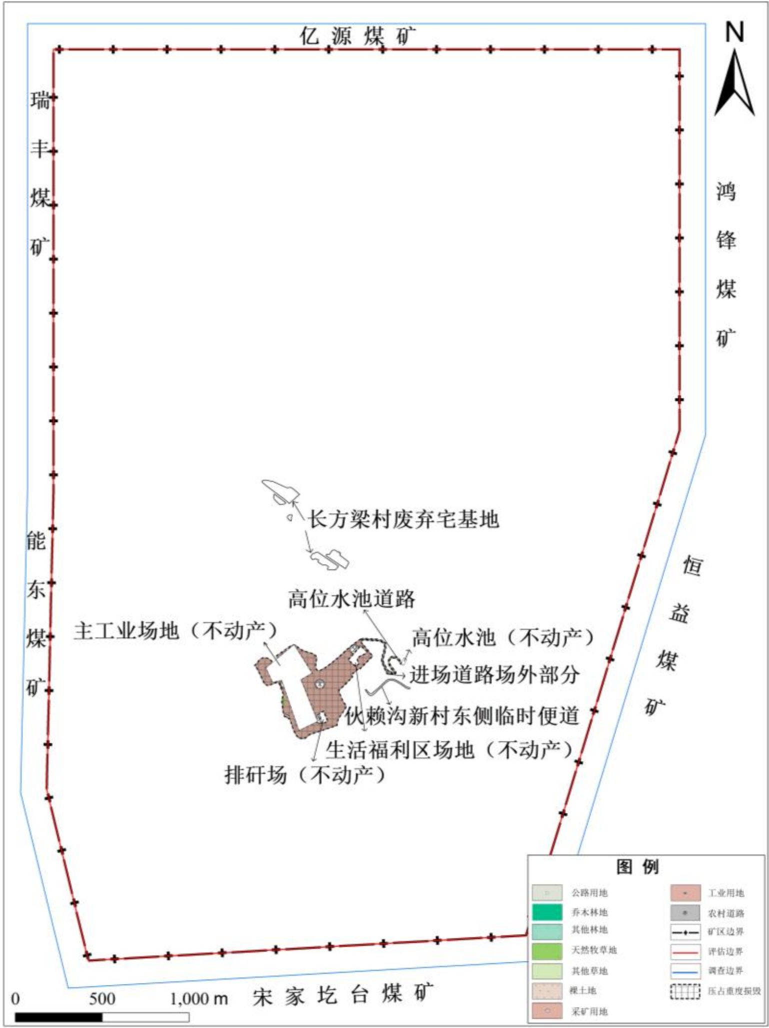


图 3.3-2　压占损毁土地及地面工程废弃损毁土地分布图

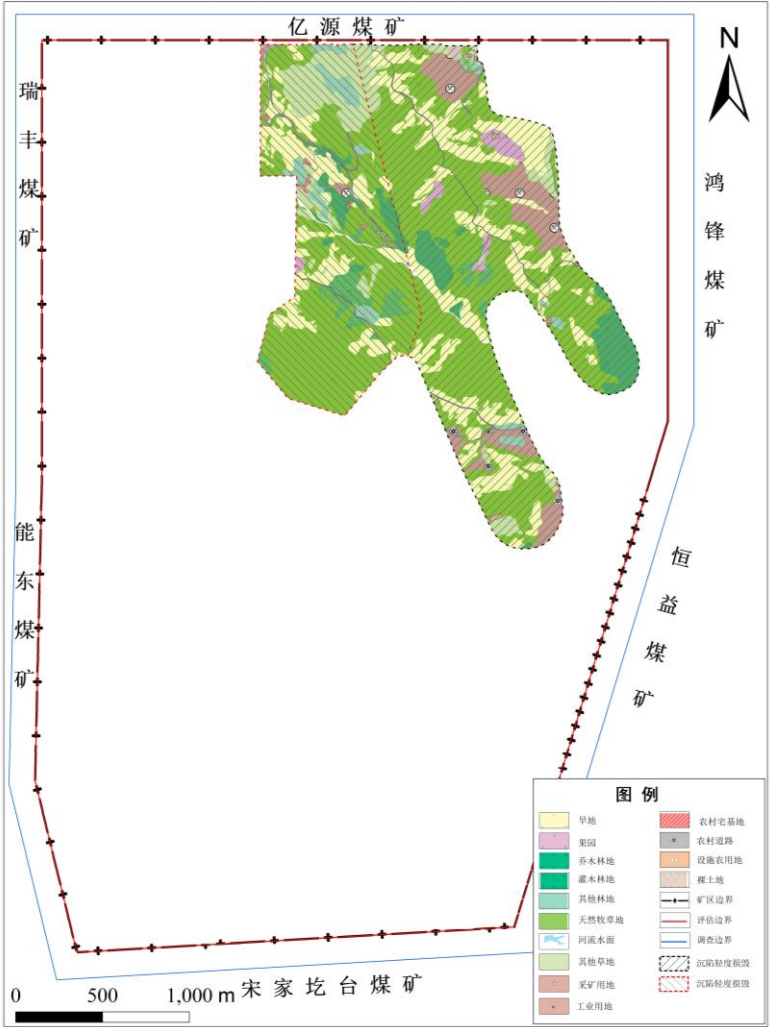


图 3.3-3　已沉陷损毁土地分布图

（三）拟损毁土地预测与评估

本项目拟损毁土地主要为沉陷损毁土地。地下煤层开采引起的地表沉陷范围和损毁程度可用地表沉陷引起的移动和变形值的大小来确定和评价。预测方法及模式见不稳定地质体影响预测章节。

1、预测时段划分

本着“远粗近细”的原则，根据弘建煤矿的采区划分及采区接续计划，考虑采区开采的完整性和土地复垦工程的可操作性，将煤矿剩余服务年限 23.70 年划分为 2 个时段实施预测。

一时段（近期）5 年（2025 年~2029 年），开采二盘区 23108-23110 工作面及 23114 工作面 3^{-1} 煤，同时开采一盘区 13201-13203 工作面及二盘区 23201-23204 工作面 3^{-2} 煤。二时段（中期）19 年（2030 年~2048 年），回采剩余煤层。

2、地表变形预测结果

本矿采用走向长壁式一次采高综采采煤法，煤层开采后，其上覆岩层因失去支撑作用自下而上发生冒落、裂隙和移动、整体弯曲下沉，最终在地表形成沉陷区。依据地表变形预测的地表下沉最大值、水平变形最大值、倾斜变形最大值、曲率和水平移动结果，绘制相应的地表下沉等值线图。

3、土地损毁等级划分标准

复垦区拟损毁土地的损毁程度主要取决于沉陷裂缝的宽度、密度和深度等，而裂缝宽度、密度与地表水平变形值的大小和深厚比的大小有密切关系。本方案对土地损毁等级的确定主要参照《土地复垦方案编制规程第 3 部分井工煤矿》（TD/T1031.3-2011）中土地损毁程度分级标准，并同时结合以往的沉陷损毁实际情况、地面变形监测数据及经验进行综合划分，具体见表 3.3-3 及表 3.3-4。

表 3.3-3　旱地损毁程度分级标准表

损毁等级	水平变形 $mm\cdot m^{-1}$	附加倾斜 $mm\cdot m^{-1}$	下沉 m	沉陷后潜水位埋深 m	生产力降低 %
轻度	≤8.0	≤20.0	≤2.0	≥1.5	≤20.0
中度	8.0~16.0	20.0~40.0	2.0~5.0	0.5~1.5	20.0~60.0
重度	>16.0	>40.0	>5.0	<0.5	>60.0

表 3.3-4　园地、林地及草地损毁程度分级标准表

损毁等级	水平变形 $mm\cdot m^{-1}$	附加倾斜 $mm\cdot m^{-1}$	下沉 m	沉陷后潜水位埋深 m	生产力降低 %
轻度	≤8.0	≤20.0	≤2.0	≥1.0	≤20.0
中度	8.0~20.0	20.0~50.0	2.0~6.0	0.3~1.0	20.0~60.0
重度	>20.0	>50.0	>6.0	<0.3	>60.0

注：附加倾斜指受采煤沉陷影响而增加的倾斜（坡度）；任何一项指标达到相应标准即认为土地损毁达到该损毁等级。

4、沉陷损毁土地预测结果

根据土地损毁等级划分标准，结合前节地面沉陷预测结果，一时段损毁地类等级为轻度，二时段煤矿开采损毁土地等级为轻度及部分中度。依据前述划分结果，绘制拟损毁土地损毁程度图，一时段与二时段煤矿开采土地损毁程度及位置具体见图 3.3-4 和 3.3-5，方案服务年限内土地综合损毁程度及位置见图 3.3-6，对各时段土地损毁区进行各地类面积及损毁程度统计，具体见表 3.3-5~3.3-7。

拟沉陷损毁土地中，一时段损毁土地面积总计为 436.85 hm^2，二时段沉陷损毁土地面积为 509.50 hm^2，一时段与二时段损毁重复损毁土地面积为 17.14 hm^2，拟沉陷损毁土地合计为 994.91 hm^2。

5、拟损毁土地重复损毁可能性分析

本方案拟损毁土地存在重复损毁的可能，主要是由于本方案服务期内煤矿划分的采区在平面上相互邻近与衔接以及煤层不同，由于各时段间煤炭开采属于间隔关系，因此各时段确定的损毁土地辐射至地表将产生一定距离的损毁扩大区，由此各时段的地表损毁区域将不可避免的产生重叠，形成重复损毁土地，另一方面本煤矿首先开采 3^{-1} 煤层，后开采更深的 3^{-2} 煤层并最终残采上部的 2^{-2} 与 1^{-2} 煤层，因此下层煤炭的开采会对上层煤炭的开采造成重复的损毁影响，而上覆煤层的残采亦有加重地表土地重复损毁的可能。

表 3.3-5 一时段（近期）沉陷损毁土地类型统计

一级地类		二级地类		损毁程度	小计
				轻度区（hm^2）	（hm^2）
01	耕地	0103	旱地	76.90	76.90
02	园地	0201	果园	7.55	7.55
03	林地	0301	乔木林地	23.49	23.49
		0305	灌木林地	20.74	20.74
		0307	其他林地	11.57	11.57
04	草地	0401	天然牧草地	207.38	207.38

		0404	其他草地	50.32	50.32
05	商业服务业用地	05H1	商业服务业设施用地	0.30	0.30
06	工矿仓储用地	0601	工业用地	3.97	3.97
		0602	采矿用地	17.89	17.89
07	住宅用地	0702	农村宅基地	5.91	5.91
11	交通运输用地	1003	公路用地	2.63	2.63
		1006	农村道路	3.91	3.91
11	水域及水利设施用地	1101	河流水面	1.54	1.54
		1104	坑塘水面	0.16	0.16
12	其他土地	1202	设施农用地	0.73	0.73
		1206	裸土地	1.86	1.86
合计				436.85	436.85

表 3.3-6 二时段（中期）沉陷损毁土地类型统计

一级地类		二级地类		拟沉陷损毁程度（hm^2）		小计（hm^2）
				轻度区	中度区	
01	耕地	0103	旱地	68.64	10.04	78.68
02	园地	0201	果园	0.19	0.96	1.15
03	林地	0301	乔木林地	19.68	6.51	26.19
		0305	灌木林地	29.56	0.50	30.06
		0307	其他林地	11.32	0.40	11.72
04	草地	0401	天然牧草地	230.65	39.78	270.43
		0404	其他草地	22.74	3.31	26.05
05	商业服务业用地	05H1	商业服务业设施用地	0.02		0.02
06	工矿仓储用地	0601	工业用地	48.71		48.71
		0602	采矿用地	5.32	0.58	5.9
07	住宅用地	0702	农村宅基地	0.81	0.16	0.97
08	公共用地	0809	公用设施用地	1.17		1.17
10	交通运输用地	1003	公路用地	0.28		0.28
		1006	农村道路	4.12	1.18	5.3
11	水域及水利设施用地	1101	河流水面	2.21	0.26	2.47
		1109	水工建设用地	0.02		0.02
12	其他土地	1202	设施农用地	0.22		0.22
		1206	裸土地	0.16		0.16
合计				445.82	63.68	509.50

表 3.3-7 方案服务期沉陷损毁土地类型统计

一级地类		二级地类		拟沉陷损毁程度（hm^2）		拟损毁总面积（hm^2）
				轻度区	中度区	
01	耕地	0103	旱地	123.29	41.27	164.56
02	园地	0201	果园	6.32	2.42	8.74
03	林地	0301	乔木林地	48.48	7.10	55.58
		0305	灌木林地	47.32	4.82	52.14
		0307	其他林地	22.56	4.65	27.21
04	草地	0401	天然牧草地	409.01	89.88	498.89
		0404	其他草地	68.07	10.83	78.90
05	商业服务业用地	05H1	商业服务业设施用地	0.47	0.24	0.71
06	工矿仓储用地	0601	工业用地	51.21	3.95	55.16
		0602	采矿用地	22.42	0.95	23.37
07	住宅用地	0702	农村宅基地	4.23	3.05	7.28
08	公共用地	0809	公用设施用地	1.17		1.17
10	交通运输用地	1003	公路用地	2.15	0.59	2.74
		1006	农村道路	7.15	2.77	9.92
11	水域及水利设施用地	1101	河流水面	3.86	0.57	4.43
		1104	坑塘水面	0.20		0.20
		1109	水工建设用地	0.02		0.02
12	其他土地	1202	设施农用地	0.38	0.65	1.03
		1206	裸土地	2.86		2.86
合计				821.17	173.74	994.91

注：一时段与二时段合计包括重复损毁面积，共计 17.14 hm^2。

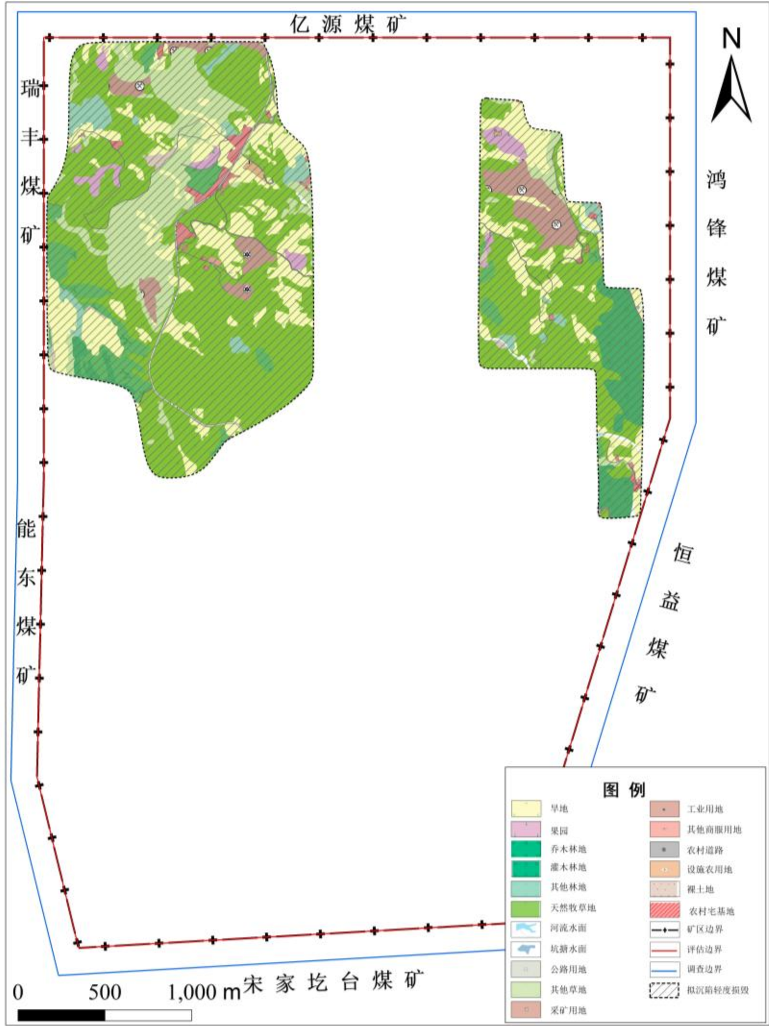


图 3.3-4　一时段开采土地损毁预测示意图



图 3.3-5　二时段开采土地损毁预测示意图

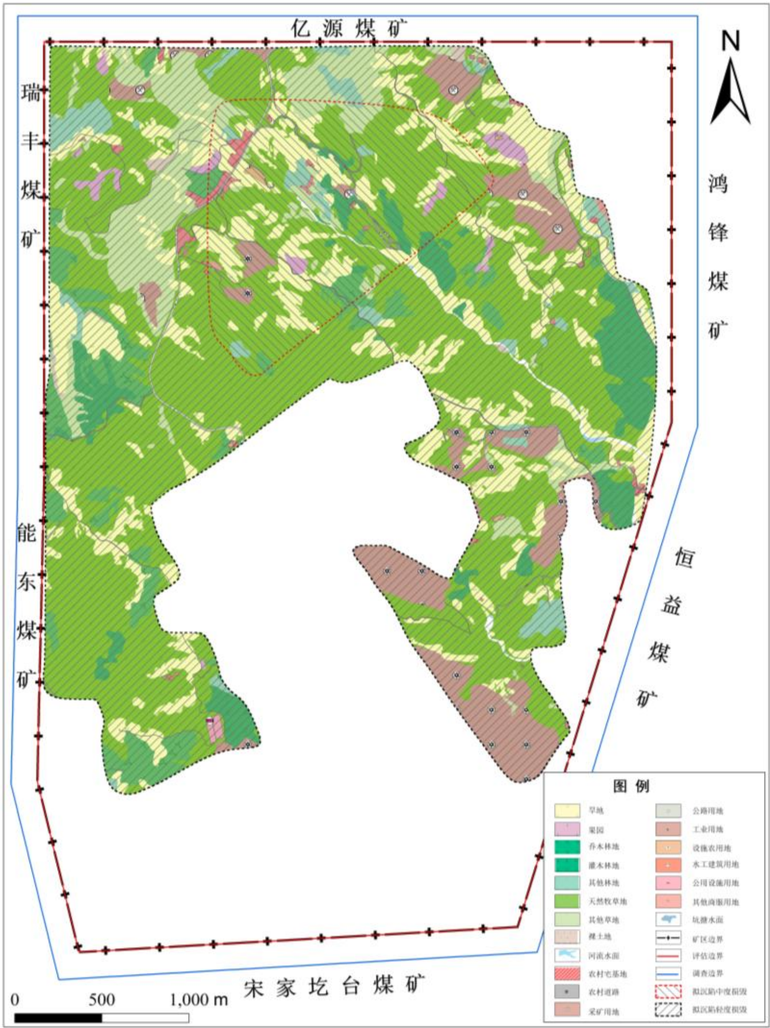


图 3.3-6　方案服务期土地拟损毁预测示意图

四、生态环境现状与预测

（一）植被损毁现状分析与预测

1、植被损毁现状分析

弘建煤矿工业场地转化为人工建筑，地表植被不发育，且工业场地占地面积较大，对整个区地表植被产生严重影响。矿用道路工程呈线状分布，与区域范围内原有道路网合成一体，对区域整体植被损毁程度较轻。原炸药库堆渣场已进行开发式治理复垦，同时工业场地南侧弃土场亦实施了边坡治理及土地复垦，复垦过程中植被选择当地本土植被，且在修复过程中与周边植被保持一致，因此对周边植被影响较轻。

矿山开采形成的地面沉陷区可能造成地表植被的破坏，特别是地裂缝张拉区，将造成植被根系的破坏，植被死亡，对地表植被影响严重（照片 3.4-1）。根

据适用期总结报告和现场调查，弘建煤矿已对一盘区沉陷损毁土地进行复垦。复垦按该区域原有土地利用类型进行复垦，复垦区植被经管护，成活率达到要求，虽近期复垦区植被覆盖度未达标，仍需继续管护，但管护后期基本可恢复至原有水平（照片 3.4-2），认为复垦区植被影响较轻。



照片 3.4-1　沉陷区植被损毁（镜向 NE）



照片 3.4-2　沉陷区植被补种

2、植被损毁预测分析

随着矿山开采活动的持续，采空区的扩大将会加剧地表沉陷，在沉陷地边缘形成地裂缝和错台，将会造成植被根系破坏，降低植被成活率，致使土地荒漠化，

对生态环境影响严重；沉陷盆地区为地表整体沉降，对植被影响较严重。

（二）野生动物影响现状与预测

1、野生动物影响现状分析

弘建煤矿及周边区域主要人类工程活动为采矿活动，集中于地下，对动物活动区域人为干扰少，地表沉陷区复垦过程持续时间较短，复垦后主要人类活动为监测及管护工程，因此现状评估本项目对野生动物产生的影响较轻。

2、野生动物影响预测分析

弘建煤矿矿山地面工程已建成，后期不再进行大规模地面工程建设，预测对野生动物影响较轻；矿山开采活动主要集中于地下，产生沉陷损毁土地后进行复垦，工期较短，预测对动物影响较轻。

五、矿山地质环境治理分区与土地复垦范围

（一）矿山地质环境保护与恢复治理分区

1、分区原则

矿山地质环境保护与治理恢复分区的原则是：首先，坚持“以人为本”，必须把矿山地质环境问题对评估区内居民生产生活的影响放在第一位，要尽可能地减少对居民生产生活的影响与损失；其次，坚持“以工程建设安全为本”，力争确保工程建设、运营安全，同时也要充分考虑工程建设对矿山地质环境的综合影响。

2、分区方法

在对不稳定地质体、含水层、地形地貌景观、水土环境质量和破坏现状与预测评估的基础上，根据防治难易程度，对矿山地质环境保护与治理恢复进行分区。选取不稳定地质体、含水层、地形地貌景观、水土环境质量现状与预测评估结果作为分区指标，利用叠加法进行分区，分区标准见表 3.4-1。对同一地质环境问题，当现状评估与预测评估区域重叠时采取就上原则进行分区。当不同地质环境问题重叠时，也采取就上原则进行分区。

表 3.5-1　矿山地质环境保护与治理恢复分区标准

分区指标	评估阶段	分区级别		
		重点	次重点	一般
不稳定地质体影响程度	现状评估	严重	较严重	较轻
	预测评估			
含水层影响和破坏	现状评估	严重	较严重	较轻
	预测评估			
地形地貌景观影响和破坏	现状评估	严重	较严重	较轻
	预测评估			
水土环境质量	现状评估	严重	较严重	较轻
	预测评估			

3、分区评述

本矿山煤层开采对含水层的影响程度为严重级，含水层的影响范围几乎囊括整个评估区，如严格按照规范则整个矿区统一划为 1 个重点防治区，不能清晰的反映其他防治对象的防治等级。为了更合理的反映实际情况，防治分区时对含水层的影响程度只做文字性叙述（重点防治）。

根据矿山地质环境问题类型、分布特征及其危害性，基于矿山地质环境影响现状及预测评估结果，进行矿山地质环境保护与恢复治理分区。采用《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》(DZ/T0223-2011)标准附录 F，并遵循“就上原则”将评估区划分为重点防治区（Ⅰ）、次重点防治区（Ⅱ）和一般防治区（III），共 3 级 26 区块（见表 3.5-2、附图 6），其中：2 处重点防治区，总面积 0.194 km^2，占总恢复治理区面积的 1.12%；23 处次重点防治区，总面积为 3.993 km^2，占总恢复治理区面积的 23.12%。1 处一般防治区，总面积约 13.083 km^2，占总恢复治理区面积的 75.76%。

表 3.5-2　矿山地质环境治理分区基本情况表

保护与恢复治理分区				主要矿山地质环境问题及影响程度	防治措施
编号	级别	位置	面积（km^2）		
Ⅰ1	重点	工业场地与进场道路场外部分	0.192	工业场地建设之时，选择了沟道及山梁地段，由于开挖及填沟造成场地所在区域地形地貌景观受到严重影响。	煤矿闭坑后，对工业场地进行井筒封闭，砌体拆除，土地复垦，进行不稳定地质体、含水层、地形地貌景观及水土环境监

					测,自然恢复、综合管护。
Ⅰ2	重点	高位水池及道路	0.002	高位水池及道路是煤矿前期对黄土梁峁开挖之后建造的水工建筑，对原始地形地貌景观造成严重影响。	煤矿闭坑后,对高位水池及相关道路进行建筑物拆除，同时进行土地复垦。
Ⅱ1	次重点	BP1 及其影响范围	0.007	不稳定地质体发育程度中等，存在致灾失稳可能，影响通村道路，地质环境影响较严重。	坡脚修筑挡墙,坡顶修筑排水渠。
Ⅱ2	次重点	BP2 及其影响范围	0.007	不稳定地质体坡脚处存在窑洞存在失稳可能，影响坡脚处平房，地质环境影响较严重。	对窑洞内部进行充填,坡脚修筑挡墙,坡面修筑排水渠。
Ⅱ3	次重点	BP3 及其影响范围	0.006	不稳定地质体坡面裸露，无植被覆盖，坡面存在局部溜滑痕迹，影响坡顶处水泥路以及坡脚处土路，地质环境影响较严重。	坡脚修筑挡墙,坡顶修筑排水渠。
Ⅱ4	次重点	已开采沉陷区域	3.528	由于采空区沉陷引发形成，在地表可见明显的沉陷裂缝，影响地表建（构）筑物，地质环境影响较严重。	对裂缝进行充填,维修受损的地表建（构）筑物。
Ⅱ5	次重点	上朱太沟东北梁上土路	0.014	采煤沉陷造成道路发生塌陷断裂，地质环境影响较严重。	对受损道路展开修复。
Ⅱ6	次重点	沙沙沟土路	0.005	采煤沉陷造成道路发生塌陷断裂，地质环境影响较严重。	对受损道路展开修复。
Ⅱ7	次重点	巨亨商砼公司东侧土路	0.006	采煤沉陷造成道路发生塌陷断裂，地质环境影响较严重。	对受损道路展开修复。
Ⅱ8	次重点	松宏湾林场土路	0.004	采煤沉陷造成道路发生塌陷断裂，地质环境影响较严重。	对受损道路展开修复。
Ⅱ9	次重点	杨家沟南梁上土路	0.003	采煤沉陷造成道路发生塌陷断裂，地质环境影响较严重。	对受损道路展开修复。
Ⅱ10	次重点	康家沟东北侧土路	0.003	采煤沉陷造成道路发生塌陷断裂，地质环境影响较严重。	对受损道路展开修复。
Ⅱ11	次重点	康家沟东侧土路	0.006	采煤沉陷造成道路发生塌陷断裂，地质环境影响较严重。	对受损道路展开修复。
Ⅱ12	次重	金川镁业北侧水泥	0.009	采煤沉陷造成道路发生塌陷断裂，地质环境影响较严重。	对受损道路展开修复。

	点	路			
Ⅱ13	次重点	移民村西北侧土路	0.011	采煤沉陷造成道路发生塌陷断裂，地质环境影响较严重。	对受损道路展开修复。
Ⅱ14	次重点	①号线塔路线	0.035	采煤沉陷造成线塔塔基附近产生裂缝,影响线塔塔基稳定性,地质环境影响较严重。	对受损线塔以及线路进行修复。
Ⅱ15	次重点	②号线塔路线	0.042	采煤沉陷造成线塔塔基附近产生裂缝,影响线塔塔基稳定性,地质环境影响较严重。	对受损线塔以及线路进行修复。
Ⅱ16	次重点	③号线塔路线	0.026	采煤沉陷造成线塔塔基附近产生裂缝,影响线塔塔基稳定性,地质环境影响较严重。	对受损线塔以及线路进行修复。
Ⅱ17	次重点	④号线塔路线	0.028	采煤沉陷造成线塔塔基附近产生裂缝,影响线塔塔基稳定性,地质环境影响较严重。	对受损线塔以及线路进行修复。
Ⅱ18	次重点	⑭号线塔路线	0.070	采煤沉陷造成线塔塔基附近产生裂缝,影响线塔塔基稳定性,地质环境影响较严重。	对受损线塔以及线路进行修复。
Ⅱ19	次重点	⑮号线塔路线	0.078	采煤沉陷造成线塔塔基附近产生裂缝,影响线塔塔基稳定性,地质环境影响较严重。	对受损线塔以及线路进行修复。
Ⅱ20	次重点	⑤、⑥号线塔路线	0.027	采煤沉陷造成线塔塔基附近产生裂缝,影响线塔塔基稳定性,地质环境影响较严重。	对受损线塔以及线路进行修复。
Ⅱ21	次重点	⑦号线塔路线	0.020	采煤沉陷造成线塔塔基附近产生裂缝,影响线塔塔基稳定性,地质环境影响较严重。	对受损线塔以及线路进行修复。
Ⅱ22	次重点	⑫、⑬号线塔路线	0.013	采煤沉陷造成线塔塔基附近产生裂缝,影响线塔塔基稳定性,地质环境影响较严重。	对受损线塔以及线路进行修复。
Ⅱ23	次重点	⑧、⑨、⑩、⑪号线塔路线	0.045	采煤沉陷造成线塔塔基附近产生裂缝,影响线塔塔基稳定性,地质环境影响较严重。	对受损线塔以及线路进行修复。
Ⅲ1	一般	除上述区域以外的评估区其他地区	13.083	其他区域不稳定地质体弱发育，影响较轻；地形地貌、含水层、水土环境质量影响较轻；地面沉陷威胁民用输电线路及乡村道路等，影响较轻。	维修受影响的输电线路。
合计		-	17.270	-	-

（二）土地复垦区与复垦责任范围

1、复垦区范围

弘建煤矿复垦区由地面工程压占损毁土地、永久建设用地占地、其他地面工程废弃损毁土地及采矿沉陷损毁土地组成。本项目中地面工程压占损毁土地包括工业场地非不动产登记范围、位于工业场地之外的进场道路部分及通高位水池道路占地，压占损毁土地面积 12.31 hm^2。而永久性建设用地包括主工业场地、排矸场、生活福利区场地及高位水池不动产登记范围，面积 7.13 hm^2。此外两处地面工程废弃损毁土地包括长方梁村废弃宅基地与伙赖沟新村东侧临时便道占地范围，面积 2.86 hm^2。沉陷损毁土地包括已沉陷损毁和拟沉陷损毁土地，已沉陷损毁土地面积为 352.74 hm^2，拟沉陷损毁土地面积为 994.91 hm^2，扣除重复损毁面积 346.21 hm^2，实际沉陷损毁土地面积为 1001.44 hm^2。

综上，复垦区面积为 1023.74 hm^2。复垦区位置及面积等信息详见表 3.5-3。

表 3.5-3 复垦区位置信息说明

<table>
<tr><th>复垦区范围</th><th colspan="2">用地名称</th><th>位置</th><th colspan="2">面积（hm^2）</th><th>说明</th></tr>
<tr><td rowspan="3">临时压占用地</td><td colspan="2">工业场地非不动产登记区</td><td>工业场地中部无建筑区</td><td colspan="2">11.83</td><td rowspan="3">压占损毁</td></tr>
<tr><td colspan="2">进场道路场外部分</td><td>野大路入矿口至生活区交界处</td><td colspan="2">0.33</td></tr>
<tr><td colspan="2">通高位水池道路</td><td>野大路至高位水池</td><td colspan="2">0.15</td></tr>
<tr><td rowspan="4">永久建设用地</td><td colspan="2">主工业场地不动产登记区</td><td>工业场地西侧大部分区域</td><td colspan="2">6.35</td><td rowspan="4">煤矿地面工程长期占用土地</td></tr>
<tr><td colspan="2">生活福利区不动产登记区</td><td>生活福利区东北角</td><td colspan="2">0.51</td></tr>
<tr><td colspan="2">排矸场不动产登记区</td><td>主工业场地西南角</td><td colspan="2">0.20</td></tr>
<tr><td colspan="2">高位水池不动产登记区</td><td>野大公路入矿口东北侧</td><td colspan="2">0.07</td></tr>
<tr><td rowspan="2">地面工程废弃损毁土地</td><td colspan="2">长方梁村废弃宅基地</td><td>陕西天宇镁业集团西侧长方梁村废弃宅基地</td><td colspan="2">2.66</td><td rowspan="2">村庄搬迁后宅基地废弃、临时道路废弃</td></tr>
<tr><td colspan="2">伙赖沟新村东侧临时便道</td><td>伙赖沟新村东侧临时通村道路</td><td colspan="2">0.20</td></tr>
<tr><td rowspan="2">沉陷损毁土地</td><td>已沉陷损毁</td><td rowspan="2">实际沉陷损毁</td><td>井田北侧二盘区 3102-3108 工作面及 3111-3113 工作面</td><td>352.74</td><td rowspan="2">1001.44</td><td rowspan="2">沉陷损毁</td></tr>
<tr><td>拟沉陷损毁</td><td>井田一盘区及二盘区</td><td>994.91</td></tr>
</table>

重复损毁面积	沉陷损毁重复计算	井田北侧二盘区	346.21	已损毁和拟损毁之间的损毁
总计	复垦区	—	1023.74	—

2、复垦责任范围

复垦责任范围由不留续使用的永久性建设用地以及复垦区中损毁土地构成，本项目中永久性建设用地在煤矿闭坑后均不留续使用。因此，复垦区与复垦责任范围一致，复垦责任范围面积 1023.74 hm^2，复垦责任范围构成见表 3.5-4。

表 3.5-4　复垦责任范围位置信息说明

<table>
<tr><th>复垦区范围</th><th colspan="2">用地名称</th><th>位置</th><th colspan="2">面积（hm^2）</th><th>说明</th></tr>
<tr><td rowspan="3">临时压占用地</td><td colspan="2">工业场地非不动产登记区</td><td>工业场地中部无建筑区</td><td colspan="2">11.83</td><td rowspan="9">矿山临时压占损毁的土地在煤矿闭坑后实行土地复垦；矿山地面工程占地中永久建设用地在煤矿闭坑后均不留续使用。矿山服务期满后纳入复垦责任范围，实行地类回退。地面工程废弃后，占用土地需及时复垦。</td></tr>
<tr><td colspan="2">进场道路场外部分</td><td>野大路入矿口至生活区交界处</td><td colspan="2">0.33</td></tr>
<tr><td colspan="2">通高位水池道路</td><td>野大路至高位水池</td><td colspan="2">0.15</td></tr>
<tr><td rowspan="4">永久建设用地</td><td colspan="2">主工业场地不动产登记区</td><td>工业场地西侧大部分区域</td><td colspan="2">6.35</td></tr>
<tr><td colspan="2">生活福利区不动产登记区</td><td>生活福利区东北角</td><td colspan="2">0.51</td></tr>
<tr><td colspan="2">排矸场不动产登记区</td><td>主工业场地西南角</td><td colspan="2">0.20</td></tr>
<tr><td colspan="2">高位水池不动产登记区</td><td>野大公路入矿口东北侧</td><td colspan="2">0.07</td></tr>
<tr><td rowspan="2">地面工程废弃损毁土地</td><td colspan="2">长方梁村废弃宅基地</td><td>陕西天宇镁业集团西侧长方梁村废弃宅基地</td><td colspan="2">2.66</td></tr>
<tr><td colspan="2">伙赖沟新村东侧临时便道</td><td>伙赖沟新村东侧临时通村道路</td><td colspan="2">0.20</td></tr>
<tr><td rowspan="2">沉陷损毁土地</td><td>已沉陷损毁</td><td rowspan="2">实际沉陷损毁</td><td>井田北侧二盘区3102-3108 工作面及3111-3113 工作面</td><td>352.74</td><td rowspan="2">1001.44</td><td rowspan="3">已沉陷损毁区继续执行复垦，拟沉陷损毁随开采计划边开采边复垦。</td></tr>
<tr><td>拟沉陷损毁</td><td>井田一盘区及二盘区</td><td>994.91</td></tr>
<tr><td>重复损毁面积</td><td colspan="2">沉陷损毁重复计算</td><td>井田北侧二盘区</td><td colspan="2">346.21</td></tr>
<tr><td>总计</td><td colspan="2">复垦责任范围</td><td>—</td><td colspan="2">1023.74</td><td>—</td></tr>
</table>

3、复垦责任范围拐点坐标

根据确定的复垦责任范围，抽取各分区边界的拐点坐标，具体见图 3.5-1 及表 3.5-5。需要说明的是，地表沉陷区的范围由 10 mm 下沉光滑等值线圈定，实际操作性不强，为了在实际工作中准确标识沉陷区的范围，将地表外围等值线进行弧段近似取直，用拐点的连线确定其范围。

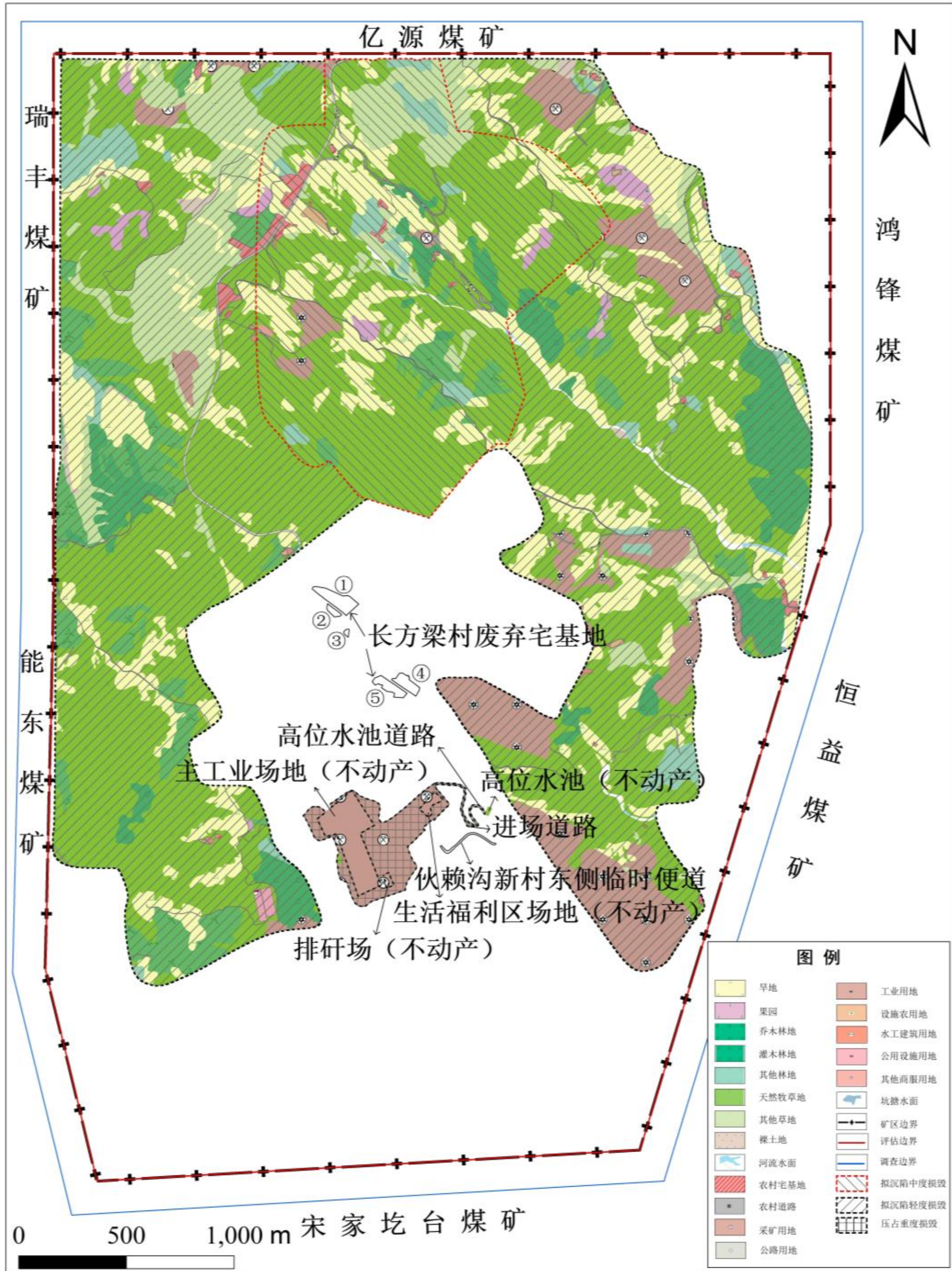


图 3.5-1　复垦责任范围分块示意图

3.5-5 复垦责任范围分块坐标

工业场地（不动产登记范围及临时用地范围）		
点号	X 坐标	Y 坐标
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		
16		
17		
18		
19		
20		
21		
22		
23		
24		
25		
26		
27		
28		
29		
30		
31		
32		
33		
34		
35		
36		
37		
38		
39		

40		
41		
42		
43		
44		
45		
46		
47		
48		
49		
50		
51		
52		
高位水池		
编号	X 坐标	Y 坐标
1		
2		
3		
4		
进场道路场外部分		
编号	X 坐标	Y 坐标
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		
16		
17		
18		
19		
20		
21		
通高位水池道路		

编号	X 坐标	Y 坐标
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		
16		
17		
18		
19		
20		
21		
沉陷损毁复垦责任范围		
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		
16		
17		
18		
19		
20		

21		
22		
23		
24		
25		
26		
27		
28		
29		
30		
31		
32		
33		
34		
35		
36		
37		
38		
39		
40		
41		
42		
43		
44		
45		
46		
47		
48		
49		
50		
51		
52		
53		
54		
55		
56		
57		
58		
59		
60		
61		
62		
63		

64		
65		
66		
67		
68		
69		
70		
71		
72		
伙赖沟新村东侧临时便道		
编号	X 坐标	Y 坐标
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		
16		
长方梁村废弃宅基地①		
编号	X 坐标	Y 坐标
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
长方梁村废弃宅基地②		
1		

2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
长方梁村废弃宅基地③		
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
长方梁村废弃宅基地④		
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		
16		
17		
18		
长方梁村废弃宅基地⑤		
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		

8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		
16		
17		

（三）土地类型与权属

1、土地利用类型

（1）土地利用现状及类型

复垦区土地利用现状类型分为 11 个一级类和 21 个二级类，为耕地、园地、林地、草地、商服用地、工矿仓储用地、住宅用地、公共用地、交通运输用地、水域及水利设施用地和其他土地，面积 1023.74 hm^2。永久性建设用地在煤矿闭坑后均不留续使用，全部纳入复垦责任范围，复垦责任范围土地利用现状与复垦区一致，面积 1023.74 hm^2（表 3.5-6）。复垦责任范围内永久基本农田呈斑块状分布，主要为旱地，总面积为 115.12 hm^2，占复垦责任范围内耕地总面积的 69.77%（图 3.5-2）。

（2）土地损毁类型及程度

复垦区内土地损毁形式主要为压占损毁、地面工程废弃损毁及沉陷损毁三种类型，压占损毁主要为工业场地非不动产登记范围、进场道路场外部分，通高位水池道路临时压占土地，损毁程度均为重度；地面工程废弃损毁主要包括长方梁村废弃宅基地及伙赖沟新村东侧临时便道废弃占地，损毁程度可算为重度；沉陷损毁土地包括已沉陷损毁与拟沉陷损毁，分为轻度与中度损毁。此外复垦区内还包括永久建设用地，包括主工业场地不动产登记范围、生活福利区场地不动产登记范围、排矸场不动产登记范围及高位水池不动产登记范围。

（3）土地质量现状

复垦区范围地类以草地、林地为主，耕地次之。耕地以旱地为主，耕地种植的主要作物有玉米、土豆等。复垦区内土壤类型主要为风沙土，成土母质主要为第四纪黄土，土壤剖面无明显的腐殖质层和淋溶沉淀层，一般由薄而淡的腐殖质层和深厚的母质层组成。由于砂粒松散，粘结性较差，保水保肥能力较差，土壤

有机质含量 5.0 g/kg 左右，全氮 0.22-0.6 g/kg，速效磷 3.0-5.0 g/kg，速效钾 90-110 g/kg。有机质和氮素缺乏，磷、钾等元素含量也较一般土壤低，由于该土壤质地较粗，通气、透水能力强，昼夜温差较大，在加强水分管理和营养供给的情况下，可以生长耐旱耐贫瘠植物。复垦区旱地分布于山间较为平坦区域，面积小，呈分散片状分布，靠自然降水配合灌溉渠系保证产量，临近农村道路，耕作配套设施少，仅仅田间道路及生产路。

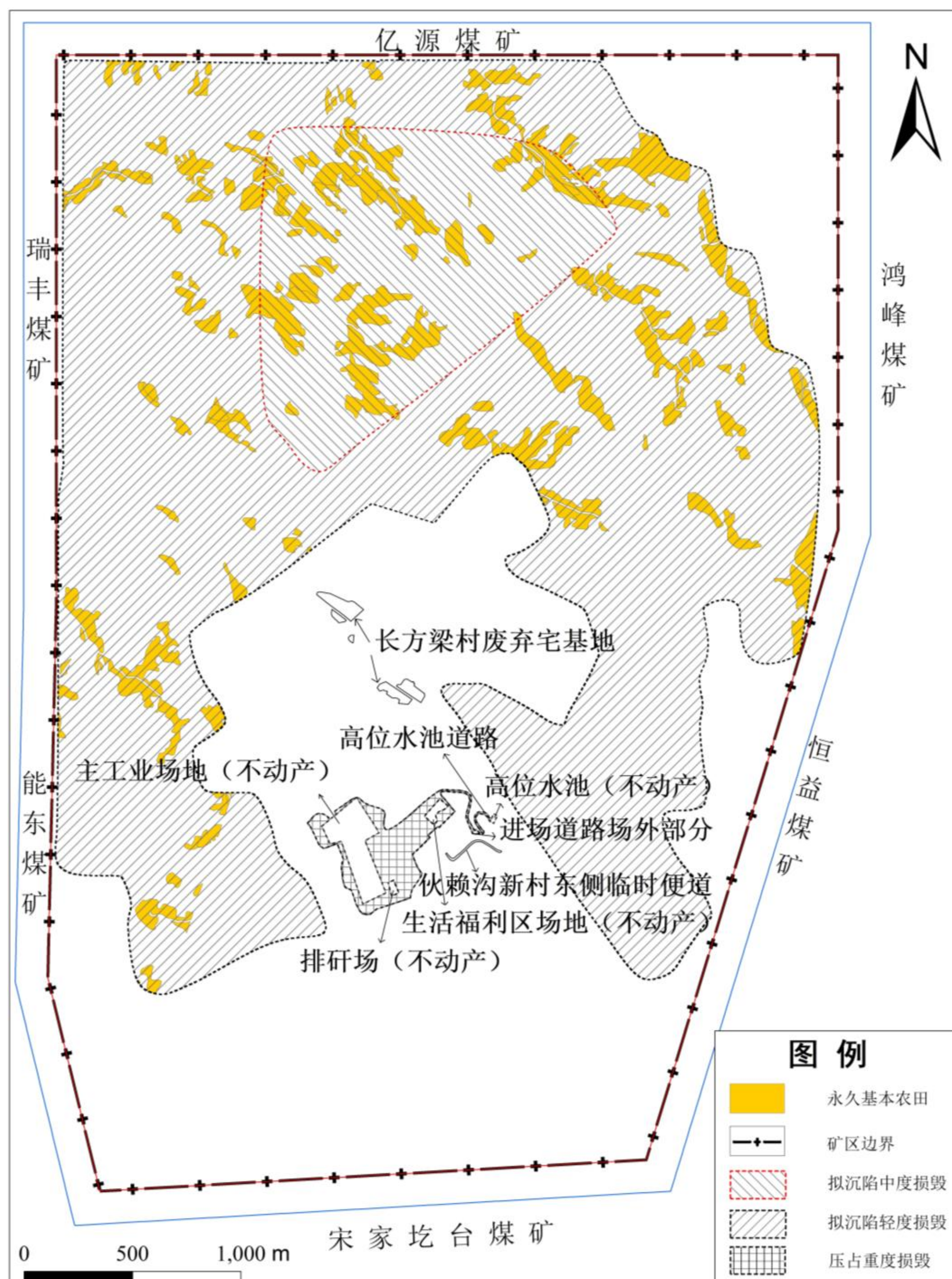


图 3.5-2　复垦责任范围内永久基本农田分布

2、土地权属状况

复垦责任范围土地为陕西省府谷县老高川镇秦家沟村、丁家伙盘村、长方梁村、弘建煤矿有限公司、府谷县天宇镁合金有限公司所有，以及大昌汗镇大昌汗村与石籽墕村所有，同时还包括府谷县人民政府、松宏湾林场（大昌汗镇）、松宏湾林场（老高川镇）、府谷县交通局与府谷县水务局所有土地，权属清楚，无争议土地，权属情况见表 3.5-7。

表 3.5-6 复垦责任范围内土地类型

一级地类		二级地类		复垦责任范围											小计（hm²）
				永久建设用地（hm²）				临时压占损毁（hm²）					沉陷损毁（hm²）		
				主工业场地（不动产）	生活福利区场地（不动产）	排矸场（不动产）	高位水池（不动产）	工业场地（余）	进场道路	高位水池道路	长方梁村废弃宅基地	伙赖沟新村东侧临时便道			
损毁程度				重度	重度	重度	重度	重度	重度	重度	重度	重度	轻度	中度	
01	耕地	0103	旱地								0.09		119.45	45.55	165.09
02	园地	0201	园地										6.32	2.42	8.74
03	林地	0301	乔木林地					0.01					48.48	7.10	55.59
		0305	灌木林地										43.55	8.59	52.14
		0307	其他林地										18.35	8.94	27.29
04	草地	0401	天然牧草地				0.07	0.08	0.06		0.54		379.14	125.61	505.50
		0404	其他草地						0.03	0.14	0.01		58.95	19.99	79.12
05	商服用地	05H1	商业服务业设施用地								0.67				0.67
		0507	其他商服用地										0.48	0.24	0.72
06	工矿仓储用地	0601	工业用地								1.10		51.21	3.95	56.26
		0602	采矿用地	6.35	0.51	0.20		11.74					22.19	1.25	42.24
07	住宅用地	0702	农村宅基地								0.22		4.23	3.05	7.50
08	公共用地	0809	公用设施用地										1.17		1.17
		08H2	科教文卫用地								0.03				0.03
10	交通运输用地	1003	公路用地							0.01			1.85	0.91	2.77
		1006	农村道路						0.24			0.20	6.93	2.99	10.36
11	水域及水利设施用地	1101	河流水面										3.80	0.63	4.43
		1104	坑塘水面										0.20		0.20
		1109	水工建设用地										0.02		0.02
12	其他土地	1202	设施农用地										0.39	0.65	1.04
		1206	裸土地										2.86		2.86
合 计				6.35	0.51	0.20	0.07	11.83	0.33	0.15	2.66	0.20	769.57	231.87	1023.74

表 3.5-7　复垦责任范围内土地利用权属与地类

权属		地类（hm²）																				合计（hm²）
		01 耕地	02 园地	03 林地			04 草地		05 商服用地	06 工矿仓储用地		07 住宅用地	08 公共用地		10 交通运输用地		11 水域及水利设施用地			12 其他用地		
		0103	0201	0301	0305	0307	0401	0404	05H1	0601	0602	0702	0809	08H2	1003	1006	1101	1104	1109	1202	1206	
		旱地	果园	乔木林地	灌木林地	其他林地	天然牧草地	其他草地	商业服务业设施用地	工业用地	采矿用地	农村宅基地	公用设施用地	科教文卫用地	公路用地	农村道路	河流水面	坑塘水面	水工建设用地	设施农用地	裸土地	
府谷县大昌汗镇	大昌汗村	0.68				3.44	0.44	9.65								0.07					0.68	14.96
	石籽焉村	10.28		8.60	17.13	1.38	14.27	3.63								0.43					0.78	56.50
府谷县老高川镇	秦家沟村	1.54	0.01	0.19			0.07															1.81
	丁家伙盘村	4.94		0.01	9.94	0.27	16.73									0.37						32.26
	长方梁村	147.51	8.73	11.05	24.46	17.83	460.28	65.38	1.39	31.01	35.11	7.42	0.52	0.03		7.99		0.20		1.04	1.40	821.35
	府谷县弘建煤矿有限公司										7.13											7.13
	府谷县天宇镁合金有限公司						0.41															0.41
府谷县人民政府	县政府						2.08			24.11												26.19
	松宏湾林场（大昌汗镇）							0.46														0.46
	松宏湾林场（老高川镇）	0.14		35.74	0.61	4.37	11.22			1.14		0.08	0.65			1.50						55.45
府谷县水务局																	4.43		0.02			4.45
府谷县交通局															2.77							2.77
合计		165.09	8.74	55.59	52.14	27.29	505.50	79.12	1.39	56.26	42.24	7.50	1.17	0.03	2.77	10.36	4.43	0.20	0.02	1.04	2.86	1023.74

第四章　矿山地质环境治理与土地复垦可行性分析

一、矿山地质环境治理可行性分析

（一）技术可行性分析

通过现状与预测分析，评估区矿山地质环境问题主要集中在不稳定地质体失稳引发的地面建构筑物破坏、含水层结构破坏、地形地貌景观和水土环境影响方面。针对矿山建设以及采煤活动所导致的一系列矿山地质环境问题，可采用不同的技术方法对其实施预防和治理。

（1）不稳定地质体：据野外调查，煤矿内现状情况下发育不稳定斜坡 3 处及地面沉陷 1 处。经过对不稳定斜坡发育特征及危害对象分析，现状及预测评估其危险性中等。根据其发育特点拟定的治理措施包括：削坡、挡土墙、截排水渠等工程，这些工程都是在建筑边坡治理过程中常用的方法，技术成熟，经验丰富，在治理中取得了良好的实践效果，可运用于评估区的不稳定斜坡治理。

井下采矿工程引发的不稳定地质体主要为采空区地面沉陷及地裂缝。在地裂缝治理过程中，必须进行分层回填夯实，避免因强降雨破坏地裂缝填补工作的治理效果。以上治理工程易于实施，技术上可行。除此之外，可采煤层在采掘过程中，引发的地面沉陷或地裂缝会间接造成地表建构筑物发生损坏，如输电线塔基座失稳、倾斜等，可通过牵引、加固基座等手段加固，技术难度小；同时也可能造成道路出现裂缝、错台等，但该类问题可随塌随填，定期进行小、中修，保障道路通行；对其他地面设施进行定期的人工巡查，发现裂缝及时进行回填夯实或者进行维修即可，技术难度不大。

（2）含水层：评估区内煤矿开采对含水层结构破坏，地下水可能被疏干或半疏干，地下水位下降。对含水层的恢复治理以监测与土地复垦（填堵裂缝、绿化等）相结合的方式实施，保障其自然恢复。

（3）地形地貌：煤层开采及地面建设工程影响原生地形地貌，主要为工业场地等地面工程建设改变了评估区内原有自然景观，造成景观生态系统在空间分布上的不连续性。同时，煤层开采及地面建设工程损毁土地，造成地表裸露，破坏植被。矿区内地形地貌景观恢复治理工程主要采取闭坑后拆除地面建筑、清理

建筑垃圾、封堵井口、设置警示牌、矿山地质环境监测等措施进行治理。以上工程措施易于实施，技术上可行。

（4）水土环境质量：工业场地污水废水主要以生活污水为主，生活污水经处理后回用，不外排，复用率基本达到 100%。工业场地设置有污水处理站，采用综合埋地污水处理设备及消毒、过滤等水处理工艺，出水水质可达到回用水水质要求，全部用于井下消防洒水。

煤矿矿井建设和生产过程中产生的矸石及矿井生产时产生的矸石，前期无偿赠送其他企业二次开发利用，后期拟化废为用，生产为建筑砖，实现矸石利用率 100%。

生活垃圾设垃圾储存箱，由专人每天收集和集中分拣处理后，定期运往环卫部门指定的垃圾处置场地进行处置。

总之，对不稳定地质体、含水层、地形地貌、水土环境监测均有相对成熟的技术支撑，并适合评估区矿山地质环境治理工程。本方案按照治理分区，以近期矿山地质环境保护和恢复治理工作为重点，以重点防治区为工程治理重点，坚持“预防为主、防治结合、在保护中开发、在开发中保护；因地制宜、边开采边治理”的原则。

（二）经济可行性分析

通过对矿山地质环境治理，不仅可使矿区的生态系统得到改善和加强，有效的改善大气环境、防止水土流失和环境恶化，还可因治理后土地的再利用带来农业产值、间接经济效益等。从投入产出比来看，治理及复垦工程的实施可能需要较长时间来收回成本，但矿山地质环境治理造成的社会效益及环境效益具有积极及深远的意义。

弘建煤矿矿山地质环境治理与土地复垦项目主要包括不稳定地质体防治工程、含水层破坏防治工程、地形地貌景观破坏恢复治理工程、水土环境质量问题以及地质环境监测工程。

根据目前煤炭销售平均价格约 550 元/吨，弘建煤矿生产总成本约为 234.42 元/吨，本方案估算矿山地质环境总费用占销售收入比例约 1.85%。本方案治理项目启动后，矿山地质环境保护工程实施和后期维护都需要相当大量的机械设备和劳动力，可在一定时间内解决当地的部分劳动力就业问题，增加当地居民收入。

结合煤矿综合盈利能力，通过矿山地质环境治理恢复基金制度确保治理工程顺利展开，矿山地质环境治理措施经济上是可行的。

（三）生态环境协调性分析

本煤矿开采会对评估区的土壤、土壤肥力、农作物、林草地的正常生长、区内沟流、水土保持等带来一定的不利影响，但其影响程度较小，不会产生功能性改变。矿山开采严格按照《开发利用方案》提出的要求留设保护煤柱，确保工业场地、村庄等建筑物不受矿井生产活动影响。对开采引起的土地沉陷和裂隙、植被死亡、道路损坏以及地面其他构筑物的损坏等，矿方应会同地方有关部门及时组织人员视破坏程度给予修复及补偿，对沉陷区土地进行综合整治。项目服务期满后，及时封闭井筒，保留有利用价值的设施，拆除无用设施，进行综合环境整治。使矿山地质环境条件得到改善，并使得生态环境和地貌景观得到恢复，矿山生态系统达到平衡，受损的土地得到重新利用。综合分析其在生态环境协调性上可行。

二、矿区土地复垦可行性分析

（一）复垦区土地利用现状

本方案复垦区土地面积 1023.74 hm^2，复垦责任范围土地总面积 1023.74 hm^2，复垦区与复垦责任范围一致。复垦责任范围涉及府谷县老高川镇丁家伙盘村、秦家沟村、长方梁村、弘建煤矿有限公司、府谷县天宇镁合金有限公司所属土地，以及大昌汗镇大昌汗村与石籽墕村所属土地，同时还涉及府谷县人民政府、松宏湾林场（大昌汗镇）、松宏湾林场（老高川镇）、府谷县交通局与府谷县水务局所属土地。

复垦责任范围包括不留续使用的永久性建设用地、其他压占损毁土地、地面工程废弃损毁土地和沉陷损毁土地。不留续使用的永久性建设用地包括主工业场地不动产登记区、排矸场不动产登记区、生活福利区不动产登记区及高位水池不动产登记区；其他压占损毁土地包括工业场地非不动产登记区、进场道路场外部分及通高位水池道路；地面工程废弃损毁土地包括长方梁村废弃宅基地和伙赖沟新村东侧临时便道；沉陷损毁包括已沉陷损毁与拟沉陷损毁土地。

复垦责任范围内土地利用类型主要包括耕地、园地、林地、草地、商服用地、

工矿仓储用地、住宅用地、公共用地、交通运输用地、水域及水利设施用地和其他土地 11 个一级类和 21 个二级类。

（二）土体复垦适宜性评价

井工煤矿土地复垦适宜性评价是一种预测性的土地适宜性评价，是依据管理部门相关规划，按照因地制宜的原则，在充分尊重土地权益人意愿的前提下，根据土地利用类型、土地损毁情况、公众参与意见等，在经济可行、技术合理的条件下，确定拟复垦土地的最佳利用方向，划分土地复垦单元。土地复垦适宜性评价是确定损毁土地复垦方向的前提和基础，为复垦技术的选择提供参考，指导土地复垦工程的设计。

1、评价原则

（1）因地制宜，农用地优先的原则

土地的利用受周围环境条件制约，土地利用方式必须与环境特征相适应。根据被损毁土地前后拥有的基础设施，因地制宜，扬长避短，发挥优势，宜农则农，宜林则林，宜牧则牧。《土地复垦条例》第四条规定，复垦的土地应当优先用于农业。

（2）自然因素和社会经济因素相结合原则

在进行复垦责任范围内被损毁土地复垦适宜性评价时，既要考虑它的自然属性（如土壤、气候、地貌、水资源等），也要考虑它的社会经济属性（如种植习惯、业主意愿、社会需求、生产力水平、生产布局等）。确定损毁土地复垦方向需综合考虑复垦区自然、社会经济因素以及公众参与意见等。复垦方向的确定也应该类比周边同类项目的复垦经验。

（3）主导性限制因素与综合平衡原则

影响损毁土地复垦利用的因素很多，如塌陷、土壤、水源、土壤肥力、坡度以及灌排条件等。根据复垦区自然环境、土地利用和土地损毁情况，分析影响损毁土地复垦利用的主导性限制因素，同时也应兼顾其他限制因素。

（4）综合效益最佳原则

在确定土地的复垦方向时，应首先考虑其最佳综合效益，选择最佳的利用方向，根据土地状况是否适宜复垦为某种用途的土地，或以最小的资金投入取得最佳的经济、社会和生态环境效益，同时应注意发挥整体效益，即根据管理部门区

域规划的要求，合理确定土地复垦方向。

（5）动态和土地可持续利用原则

土地损毁是一个动态过程，复垦土地的适宜性也随损毁等级与过程而变化，具有动态性，在进行复垦土地的适宜性评价时，应考虑矿区工农业发展的前景、科技进步以及生产和生活水平所带来的社会需求方面的变化，确定复垦土地的开发利用方向。复垦后的土地应既能满足保护生物多样性和生态环境的需要，又能满足人类对土地的需求，应保证生态安全和人类社会可持续发展。

（6）经济可行与技术合理性原则

土地复垦所需的费用应在保证复垦目标完整、复垦效果达到复垦标准的前提下，兼顾土地复垦成本，尽可能减轻企业负担。复垦技术应能满足复垦工作顺利开展、复垦效果达到复垦标准的要求。

2、评价依据

土地复垦适宜性评价在详细调查分析煤矿复垦区自然条件、社会经济状况以及土地利用状况的基础上，依据国家和地方的法律法规及相关规划，综合考虑土地损毁分析结果、公众参与意见以及周边类似项目的复垦经验等，采取切实可行的办法，确定复垦利用方向。土地复垦适宜性评价主要依据包括：

（1）相关法律法规和规划

包括国家与地方有关土地复垦的法律法规，如《中华人民共和国土地管理法》、《土地复垦条例》、《土地复垦条例实施办法》、《陕西省实施<土地复垦条例>办法》等土地管理的相关法律法规和复垦区管理部门相关规划等。

（2）相关规程和标准

包括国家与地方的相关规程、标准等，如《土地复垦质量控制标准》（TD/T 1036—2013）、《土地整治高标准农田建设综合体》（DB61/T 991.1-991.7-2015）、《土地开发整理规划编制规程》（TD/T 1011—2000）、《耕地后备资源调查与评价技术规程》（TD/T 1007—2003）和《农用地质量分等规程》（GB/T 28407-2012）等。

（3）其他

包括复垦区及复垦责任范围内自然社会经济状况、土地损毁分析结果、土地损毁前后的土地利用状况、公众参与意见以及周边同类项目的类比分析。

3、评价流程

土地复垦适宜性评价的步骤为：

（1）在拟损毁土地预测和损毁程度分析的基础上，确定评价对象和范围；

（2）综合考虑复垦区的管理规划、公众参与意见以及其它社会经济政策因素分析，初步确定复垦方向，划定评价单元；

（3）针对不同的评价单元，建立适宜性评价方法体系和评价指标体系；

（4）评定各评价单元的土地适宜性等级，明确其限制因素；

（5）通过方案比选，确定各评价单元的最终土地复垦方向，划定土地复垦单元。

4、评价范围的确定与评价单元的划分

（1）评价范围

适宜性评价范围即为复垦责任范围，面积为 1023.74 hm^2。

（2）土地复垦评价单元的划分

评价单元是适宜性评价的基本工作单位，由于本方案土地复垦适宜性评价的对象为损毁土地及永久建设用地，是一种对拟损毁土地和未来土地状况的评价。评价单元的划分参照损毁形式、损毁程度、损毁地类类型及地类回退类型。根据本项目复垦责任范围土地损毁情况，将压占损毁土地中工业场地（非不动产登记范围）、进场道路场外部分及通高位水池道路按照损毁地类分别划分为一个评价单元；将永久建设用地中的工业场地（不动产）、生活福利区场地（不动产）、排矸场（不动产）及高位水池（不动产）分别划分一个评价单元；沉陷区损毁形式为塌陷损毁，根据不同地类损毁程度及土地利用类型，划分为耕地、园地、林地、草地等不同评价单元；此外，将地面工程废弃损毁的长方梁村宅基地与伙赖沟新村东侧临时便道各划分一个单元；划分的评价单元结果具体见表 4.2-1，共划分出 29 个评价单元。

沉陷损毁区内商服用地、工矿仓储用地、住宅用地、公共用地、交通运输用地、水域及水利设施用地及其他土地中的设施农用地，不改变其地类用途，故不再进行划分评价，在出现不同程度损毁时，应及时采取合适的治理措施用于修补。

表 4.2-1　土地复垦评价单元划分

区域		损毁形式	损毁面积（hm^2）	损毁特点	评价单元	序号
工业场地（永久）	主工业场地不动产登记区	永久建设用地	6.35	非损毁，但闭坑后需复垦地类回退	主工业场地不动产登记区	1
	生活福利区不动产登记区		0.51		生活福利区不动产登记区	2
	排矸场不动产登记区		0.20		排矸场不动产登记区	3
高位水池	高位水池不动产登记区	临时压占	0.07	压占损毁，重度损毁	高位水池不动产登记区	4
工业场地（临时）	工业场地非不动产登记范围①		0.01		工业场地非不动产登记范围压占乔木林地	5
	工业场地非不动产登记范围②		0.08		工业场地非不动产登记范围压占天然牧草地	6
	工业场地非不动产登记范围③		11.74		工业场地非不动产登记范围采矿用地	7
进场道路	进场道路场外部分①		0.06		进场道路场外部分压占天然牧草地	8
	进场道路场外部分②		0.03		进场道路场外部分压占其他草地	9
	进场道路场外部分③		0.24		进场道路场外部分农村道路	10
通高位水池道路	通高位水池道路①		0.14		通高位水池道路压占其他草地	11
	通高位水池道路②		0.01		通高位水池道路公路用地	12
沉陷损毁区		沉陷损毁	119.45	重复损毁、持续一段时间且损毁程度不同	轻度损毁旱地	13
			45.55		中度损毁旱地	14
			6.32		轻度损毁果园	15
			2.42		中度损毁果园	16
			48.48		轻度损毁乔木林地	17
			7.10		中度损毁乔木林地	18
			43.55		轻度损毁灌木林地	19
			8.59		中度损毁灌木林地	20
			18.35		轻度损毁其他林地	21
			8.94		中度损毁其他林地	22
			379.14		轻度损毁天然牧草地	23
			125.61		中度损毁天然牧草地	24
			58.95		轻度损毁其他草地	25
			19.99		中度损毁其他草地	26
			2.86		轻度损毁裸土地	27
陕西天宇镁业集团西侧长方梁村废弃宅基地		—	2.66	非损毁区，动态复垦	长方梁村废弃宅基地	28

伙赖沟新村东侧临时道路	—	0.20	地类回退	伙赖沟新村东侧临时便道	29

5、适宜性定性评价体系及评价标准的确定

（1）评价方法

本方案中适宜性评价方法采用定性分析方法并结合极限条件法进行评价。

（2）评价指标

对于永久建设用地、临时压占土地及地面工程废弃损毁土地，选择交通条件、周边地类、覆土条件、土壤质地这4个评价指标。

沉陷损毁土地则选取损毁程度、土壤质地、有效土层厚度、土壤有机质含量、交通条件及地形坡度这6个评价指标。

（3）评价指标分析

土地损毁程度：土地损毁程度指标依据土地损毁分析得到。本方案中进行适宜性评价选取的土地损毁程度参考因素的取值，是在参考土地损毁治理的难易程度方面综合考虑的。

土壤质地：土壤质地是指土壤中不同大小的矿物质颗粒的相对比例或粗细状况，是影响土壤的水、肥、气、热状况和耕性的一个重要因素。本区土壤类型以粘壤土为主，粘壤土通透性良好，耕作省力。

有效土层厚度：有效土层厚度主要是指耕地中的犁底层的厚度，林草地指的是腐殖质层的厚度。

土壤有机质含量：土壤有机质是土壤的重要组成，对土壤的肥力作用很大。结合《陕西土壤》中分析煤矿土壤有机质含量情况分析，本区非耕地区植被覆盖一般，有机质含量较低，有机质含量一般为0.5-1.65%。

交通条件：本区耕地分布于黄土梁峁上地势平坦区域。耕地周边交通较为方便。灌木林地和草地周边，人类活动较少，交通不便。

地形坡度：大部分地域被第四系黄土所覆盖，黄土梁峁顶部地势较为平坦，沟谷地带坡度较大。

周边地类：复垦区周边的村庄、耕地、林地等地类对复垦方向起到参考作用。

覆土条件：复垦区地貌隶属第四纪黄土梁峁沟壑，覆盖较厚的第四纪黄土，覆土来源条件好，深度大。

评价体系确定为二级体系，分为两个序列：土地适宜类和土地质量等。类别

划分依据项目自然环境、经济社会状况、管理规划和土地损毁等分为适宜类、暂不适宜类和不适宜类。适宜类按照土地质量等，依据适宜程度、生产潜力大小及限制因素情况分为 1 等地、2 等地和 3 等地；暂不适宜类和不适宜类不进行续分，以“N”表示。

1）宜耕土地

1 等地：对农业生产无限制或少限制，地形平坦，质地好，肥力高，适于机耕，损毁轻微，易于恢复为耕地，在正常耕作管理措施下可获得不低于甚至高于损毁前耕地的质量，且正常利用不致发生退化。

2 等地：对农业生产有一定限制，质地中等，损毁程度较轻，需要经过一定的整治措施才能恢复为耕地。如利用不当，可导致水土流失、肥力下降等现象。

3 等地：对农业生产有较多限制，质地差，损毁严重，需采取较多整治措施才能使其恢复为耕地。

2）宜园、林土地

1 等地：适于园、林木生产，无明显限制因素，损毁轻微，采用一般技术造林植树，即可获得较大的产量和经济价值。

2 等地：比较适于园、林木生产，地形、土壤、水分等因素对树木种植有一定的限制，损毁程度较轻，但是造林植树的要求较高，产量和经济价值一般。

3 等地：园、林木生长困难，地形、土壤和水分等限制因素较多，损毁严重，造林植树技术要求较高，产量和经济价值较低。

3）宜草土地

1 等地：水土条件好，草群质量好产量高，损毁轻微，容易恢复为草地。

2 等地：水土条件较好，草群质量和产量中等，有轻度退化，损毁程度较轻，需经过整治才能恢复为草场。

3 等地：水土条件和草群质量差、产量低、退化和损毁严重，需大力整治复垦后才能被利用。

（4）评价标准

结合煤矿自然环境条件及以往的复垦经验，参考《耕地后备资源调查与评价技术规程》和《土地复垦技术质量控制标准》等确定土地复垦适宜性评价的等级标准，详见表 4.2-2~表 4.2-3。

表 4.2-2 永久建设用地、临时压占土地及地面工程废弃损毁土地复垦限制因素等级标准

适宜性评价限制因素分级			适宜性		
序号	参评因子	分级指标	宜耕	宜园、林	宜草
1	交通条件	交通便利	1	1	-
		交通较为便利	2	2	-
		交通不便	3	3	-
2	周边主要地类	耕地、村庄	1	1	2
		林地、草地	2	1	1
		沙地、其他用地等	3	2	1
3	覆土条件厚度(cm)	覆土来源充裕 >50	1	1	1
		覆土来源较充裕 30~50	2	2	1
		覆土来源不充裕 10~30	3	2	1
		无覆土来源<10	3	3	2
4	土壤质地	壤土、粉砂粘壤土、壤粘土	1	1	1
		砂壤土、粘壤土	2	2	1
		砂土	3	3	2

表 4.2-3 沉陷损毁土地复垦限制因素等级标准

限制因素及分级指标		宜耕	宜园、林	宜草
损毁程度	轻度	1	1	1
	中度	2	1	1
	重度	3	2	2
土壤质地	壤土、粉砂粘壤土、壤粘土	1	1	1
	砂壤土、粘壤土	2	2	1
	砂土	3	3	2
有效土层厚度(cm)	>50	1	1	1
	30~50	2	1	1
	10~30	2 或 3	2 或 3	2
	<10	3 或 N	3	3
土壤有机质含量(g/kg)	>10	1	1	1
	8~10	2	1	1
	5~8	3	2	2
	<5	N	3	3
地形坡度(°)	<2	1	1	1
	2~6	2	1	1
	6~15	3	2	2
	15~25	3	2	2
	>25	N	3	3
交通条件	有完善道路设施	1	1	1
	有，但不完善	2	1	1
	无道路设施	3 或 N	2	2

6、评价过程

（1）土地质量损毁前后分析

煤矿内耕地分布于井田地势较为平坦的沟道内和坡面上，耕地主要以旱地为主，土壤以砂壤土为主，有机质含量较低。农作物主要包括玉米、糜子，产量较低。草地主要是天然牧草地，多年生草本，特别是丛生禾草，如针茅、隐子草等，为草原植被的建群种和优势种。林地则以灌木林地为主，广泛分布于煤矿内，主要为矮生灌丛，主要灌木类型有柠条、沙柳、乌柳、红柳、紫穗槐等，并伴生狗尾草、百里香等草本植被。

煤矿在地表变形后，会形成一定程度的地表裂隙，进而影响到浅层地下水，地表裂隙的产生会造成裂隙两侧的植被水分缺失，部分植被死亡，同时地表土层以风沙土为主，不会形成较大的地表裂隙。地表沉陷过程中如不进行及时的裂隙充填，会造成表土土壤有机质、土壤水分流失，影响土壤的理化性质，从而降低土壤质量，影响地表植被的生长。

（2）评价过程分析

对于各类损毁土地及永久建设用地复垦适宜性评价采用极限条件法评价土地的适宜性，极限条件法即由诸选定评价因子中，评价因子适宜性等级最小（即限制性等级最大）的因子决定土地适宜性等级。根据各个评价单元的性质，对照表 4.2-2~表 4.2-3 所确定的宜耕、宜林和宜草评价标准，对其进行逐项比配，可得到各个评价单元的评价因子取值，见表 4.2-4~4.2-5。

表 4.2-4　压占损毁土地适宜性评价单元分析

序号	评价单元	评价因子	指标
1	工业场地不动产登记区	交通条件	交通便利
		周边地类	耕地、草地
		覆土条件厚度(cm)	覆土来源充裕，>50
		覆土土壤质地	砂壤土
2	生活福利区不动产登记区	交通条件	交通便利
		周边地类	林地、草地
		覆土条件厚度(cm)	覆土来源充裕，>50
		覆土土壤质地	砂壤土
3	排矸场不动产登记区	交通条件	交通便利
		周边地类	林地、草地
		覆土条件厚度(cm)	覆土来源充裕，>50

		覆土土壤质地	砂壤土
4	高位水池不动产登记区	交通条件	交通便利
		周边地类	林地、草地
		覆土条件厚度(cm)	覆土来源充裕，>50
		覆土土壤质地	砂壤土
5	工业场地非不动产登记范围压占乔木林地	交通条件	交通便利
		周边地类	林地、草地
		覆土条件厚度(cm)	覆土来源充裕，>50
		覆土土壤质地	砂壤土
6	工业场地非不动产登记范围压占天然牧草地	交通条件	交通便利
		周边地类	林地、草地
		覆土条件厚度(cm)	覆土来源充裕，>50
		覆土土壤质地	砂壤土
7	工业场地非不动产登记范围采矿用地	交通条件	交通便利
		周边地类	林地、草地
		覆土条件厚度(cm)	覆土来源充裕，>50
		覆土土壤质地	砂壤土
8	进场道路场外部分压占天然牧草地	交通条件	交通便利
		周边地类	林地、草地
		覆土条件厚度(cm)	覆土来源充裕，>50
		覆土土壤质地	砂壤土
9	进场道路场外部分压占其他草地	交通条件	交通便利
		周边地类	林地、草地
		覆土条件厚度(cm)	覆土来源充裕，>50
		覆土土壤质地	砂壤土
10	进场道路场外部分农村道路	交通条件	交通便利
		周边地类	林地、草地
		覆土条件厚度(cm)	覆土来源充裕，>50
		覆土土壤质地	砂壤土
11	通高位水池道路压占其他草地	交通条件	交通便利
		周边地类	林地、草地
		覆土条件厚度(cm)	覆土来源充裕，>50
		覆土土壤质地	砂壤土
12	通高位水池道路公路用地	交通条件	交通便利
		周边地类	林地、草地
		覆土条件厚度(cm)	覆土来源充裕，>50
		覆土土壤质地	砂壤土

表 4.2-5　沉陷损毁土地适宜性评价单元分析

序号	评价单元	评价因子	指标
13	轻度损毁旱地	损毁程度	轻度
		土壤质地	砂壤土
		有效土层厚度(cm)	>50
		有机质含量(g/kg)	>10
		交通条件	有完善道路设施
		地形坡度（°）	2~6
14	中度损毁旱地	损毁程度	中度
		土壤质地	砂壤土
		有效土层厚度(cm)	>50
		有机质含量(g/kg)	>10
		交通条件	有完善道路设施
		地形坡度（°）	2~15
15	轻度损毁果园	损毁程度	轻度
		土壤质地	砂壤土
		有效土层厚度(cm)	30~50
		有机质含量(g/kg)	5~8
		交通条件	有完善道路设施
		地形坡度（°）	2~15
16	中度损毁果园	损毁程度	中度
		土壤质地	砂壤土
		有效土层厚度(cm)	30~50
		有机质含量(g/kg)	5~8
		交通条件	有完善道路设施
		地形坡度（°）	2~15
17	轻度损毁乔木林地	损毁程度	轻度
		土壤质地	砂壤土

		有效土层厚度(cm)	30~50
		有机质含量(g/kg)	5~8
		交通条件	有，但不完善
		地形坡度（°）	2~15
18	中度损毁乔木林地	损毁程度	中度
		土壤质地	砂壤土
		有效土层厚度(cm)	30~50
		有机质含量(g/kg)	5~8
		交通条件	有，但不完善
		地形坡度（°）	2~15
19	轻度损毁灌木林地	损毁程度	轻度
		土壤质地	砂壤土
		有效土层厚度(cm)	30~50
		有机质含量(g/kg)	5~8
		交通条件	有，但不完善
		地形坡度（°）	2~15
20	中度损毁灌木林地	损毁程度	中度
		土壤质地	砂壤土
		有效土层厚度(cm)	30~50
		有机质含量(g/kg)	5~8
		交通条件	有，但不完善
		地形坡度（°）	2~15
21	轻度损毁其他林地	损毁程度	轻度
		土壤质地	砂壤土
		有效土层厚度(cm)	30~50
		有机质含量(g/kg)	5~8
		交通条件	有，但不完善
		地形坡度（°）	2~15

22	中度损毁其他林地	损毁程度	中度
		土壤质地	砂壤土
		有效土层厚度(cm)	30~50
		有机质含量(g/kg)	5~8
		交通条件	有，但不完善
		地形坡度（°）	2~15
23	轻度损毁天然牧草地	损毁程度	轻度
		土壤质地	砂壤土
		有效土层厚度(cm)	10~30
		有机质含量(g/kg)	5~8
		交通条件	无道路设施
		地形坡度（°）	>15
24	中度损毁天然牧草地	损毁程度	中度
		土壤质地	砂壤土
		有效土层厚度(cm)	10~30
		有机质含量(g/kg)	5~8
		交通条件	无道路设施
		地形坡度（°）	>15
25	轻度损毁其他草地	损毁程度	轻度
		土壤质地	砂壤土
		有效土层厚度(cm)	10~30
		有机质含量(g/kg)	5~8
		交通条件	无道路设施
		地形坡度（°）	>15
26	中度损毁其他草地	损毁程度	中度
		土壤质地	砂壤土
		有效土层厚度(cm)	10~30
		有机质含量(g/kg)	5~8

		交通条件	无道路设施
		地形坡度（°）	>15
27	轻度损毁裸土地	损毁程度	轻度
		土壤质地	砂壤土
		有效土层厚度(cm)	10~30
		有机质含量(g/kg)	5~8
		交通条件	无道路设施
		地形坡度（°）	>15
28	长方梁村废弃宅基地	交通条件	交通便利
		周边地类	耕地、草地
		覆土条件厚度(cm)	覆土来源充裕，>50
		覆土土壤质地	砂壤土
29	伙赖沟新村东侧临时便道	交通条件	交通便利
		周边地类	林地、草地
		覆土条件厚度(cm)	覆土来源充裕，>50
		覆土土壤质地	砂壤土

将参评单元的土地质量分别与复垦土地主要限制因素的耕地、园地、林地和草地评价等级标准对比，以限制最大，适宜性等级最低的土地质量参评项目决定该单元的土地适宜等级，评价结果如表 4.2-6 所示。

表 4.2-6　各评价单元适宜性评价结果

位置	编号	评价单元	限制因子	编号	评价单元	限制因子
永久建设用地及压占损毁区	1	主工业场地不动产登记区	周边地类、土壤质地	7	工业场地非不动产登记范围采矿用地	周边地类、土壤质地
	2	生活福利区不动产登记区	周边地类、土壤质地	8	进场道路场外部分压占天然牧草地	周边地类、土壤质地
	3	排矸场不动产登记区	周边地类、土壤质地	9	进场道路场外部分压占其他草地	周边地类、土壤质地
	4	高位水池不动产登记区	周边地类、土壤质地	10	进场道路场外部分农村道路	周边地类、土壤质地
	5	工业场地非不动产登记范围压占乔木林地	周边地类、土壤质地	11	通高位水池道路压占其他草地	周边地类、土壤质地
	6	工业场地非不动产登记范围压占天然牧草地	周边地类、土壤质地	12	通高位水池道路公路用地	周边地类、土壤质地

沉陷损毁区	13	轻度损毁旱地	土壤有机质、地形坡度	21	轻度损毁其他林地	土壤有机质、地形坡度
	14	中度损毁旱地	土壤有机质、地形坡度	22	中度损毁其他林地	土壤有机质、地形坡度
	15	轻度损毁果园	土壤有机质、地形坡度	23	轻度损毁天然牧草地	土壤有机质、地形坡度
	16	中度损毁果园	土壤有机质、地形坡度	24	中度损毁天然牧草地	土壤有机质、地形坡度
	17	轻度损毁乔木林地	土壤有机质、地形坡度	25	轻度损毁其他草地	土壤有机质、地形坡度
	18	中度损毁乔木林地	土壤有机质、地形坡度	26	中度损毁其他草地	土壤有机质、地形坡度
	19	轻度损毁灌木林地	土壤有机质、地形坡度	27	轻度损毁裸土地	无明显限制因子
	20	中度损毁灌木林地	土壤有机质、地形坡度			
其他	28	长方梁村废弃宅基	周边地类、土壤质地	29	伙赖沟新村东侧临时便道	周边地类、土壤质地

根据以上评价结果对照表，分析如下：

1）沉陷土地适宜性评价

因地表沉陷造成的土地损毁所形成地表裂隙等外在表现形式，是可以通过合理的复垦工程措施改变的。沉陷损毁土地中的耕地、园地、林地、草地主要损毁程度、土壤质地、有效土层厚度、有机质含量、交通条件、地形坡度6个评价指标，其适宜性等级评价指标情况详见表4.2-5。

2）永久建设用地、压占土地及地面工程废弃损毁土地适宜性评价

永久建设用地及压占土地包括工业场地、高位水池、进场道路场外部分及通高位水池道路，地面工程废弃损毁土地包括长方梁村废弃宅基地及伙赖沟新村东侧临时便道。其中工业场地中永久建设用地区及长方梁村废弃宅基地存在局部硬化地面，在对地面的建（构）筑物清理后才能进行土地复垦，待服务期满后，通过对地表建筑物及附属设施进行拆除，并进行平整、培肥后，该部分区域具备复垦为耕地的条件，而工业场地中的临时压占区宜按原地类复垦，但采矿用地宜地类回退复垦为旱地；而进场道路及通高位水池道路，结合压占土地利用类型及周边地类基础，宜复垦为草地；此外伙赖沟新村东侧临时便道存在硬化路面，需对其拆除后，实施平整与培肥后，宜复垦为草地。

（3）最终复垦方向确定

根据适宜性评价分析，最终复垦方向的确定需要综合考虑多种因素。在考虑煤矿自然条件、社会经济、政策和公众意愿的基础上，结合适宜性等级评定结果，最终确定复垦方向。各评价单元复垦方向见表4.2-7。

表 4.2-7　各评价单元复垦方向确定（单位：hm^2）

<table>
<tr><th colspan="2">区域</th><th>损毁形式</th><th>损毁面积（hm^2）</th><th>损毁特点</th><th>评价单元</th><th>复垦方向</th></tr>
<tr><td rowspan="3">工业场地（永久）</td><td>主工业场地不动产登记区</td><td rowspan="3">永久建设用地</td><td>6.35</td><td rowspan="3">非损毁，但闭坑后需复垦地类回退</td><td>主工业场地不动产登记区</td><td>旱地</td></tr>
<tr><td>生活福利区不动产登记区</td><td>0.51</td><td>生活福利区不动产登记区</td><td>旱地</td></tr>
<tr><td>排矸场不动产登记区</td><td>0.20</td><td>排矸场不动产登记区</td><td>旱地</td></tr>
<tr><td>高位水池</td><td>高位水池不动产登记区</td><td rowspan="11">临时压占</td><td>0.07</td><td rowspan="11">压占损毁，重度损毁</td><td>高位水池不动产登记区</td><td>天然牧草地</td></tr>
<tr><td rowspan="3">工业场地（临时）</td><td>工业场地非不动产登记范围①</td><td>0.01</td><td>工业场地非不动产登记范围压占乔木林地</td><td>乔木林地</td></tr>
<tr><td>工业场地非不动产登记范围②</td><td>0.08</td><td>工业场地非不动产登记范围压占天然牧草地</td><td>天然牧草地</td></tr>
<tr><td>工业场地非不动产登记范围③</td><td>11.74</td><td>工业场地非不动产登记范围采矿用地</td><td>旱地</td></tr>
<tr><td rowspan="3">进场道路</td><td>进场道路场外部分①</td><td>0.06</td><td>进场道路场外部分压占天然牧草地</td><td>天然牧草地</td></tr>
<tr><td>进场道路场外部分②</td><td>0.03</td><td>进场道路场外部分压占其他草地</td><td>其他草地</td></tr>
<tr><td>进场道路场外部分③</td><td>0.24</td><td>进场道路场外部分农村道路</td><td>其他草地</td></tr>
<tr><td rowspan="2">通高位水池道路</td><td>通高位水池道路①</td><td>0.14</td><td>通高位水池道路压占其他草地</td><td>其他草地</td></tr>
<tr><td>通高位水池道路②</td><td>0.01</td><td>通高位水池道路公路用地</td><td>其他草地</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="13">沉陷损毁区</td><td rowspan="13">沉陷损毁</td><td>119.45</td><td rowspan="13">重复损毁、持续一段时间且损毁程度不同</td><td>轻度损毁旱地</td><td>旱地</td></tr>
<tr><td>45.55</td><td>中度损毁旱地</td><td>旱地</td></tr>
<tr><td>6.32</td><td>轻度损毁果园</td><td>果园</td></tr>
<tr><td>2.42</td><td>中度损毁果园</td><td>果园</td></tr>
<tr><td>48.48</td><td>轻度损毁乔木林地</td><td>乔木林地</td></tr>
<tr><td>7.10</td><td>中度损毁乔木林地</td><td>乔木林地</td></tr>
<tr><td>43.55</td><td>轻度损毁灌木林地</td><td>灌木林地</td></tr>
<tr><td>8.59</td><td>中度损毁灌木林地</td><td>灌木林地</td></tr>
<tr><td>18.35</td><td>轻度损毁其他林地</td><td>其他林地</td></tr>
<tr><td>8.94</td><td>中度损毁其他林地</td><td>其他林地</td></tr>
<tr><td>379.14</td><td>轻度损毁天然牧草地</td><td>天然牧草地</td></tr>
<tr><td>125.61</td><td>中度损毁天然牧草地</td><td>天然牧草地</td></tr>
<tr><td>58.95</td><td>轻度损毁其他草地</td><td>其他草地</td></tr>
</table>

		19.99		中度损毁其他草地	其他草地
		2.86		轻度损毁裸土地	其他草地
陕西天宇镁业集团西侧长方梁村废弃宅基地	—	2.66	非损毁区，动态复垦地类回退	长方梁村废弃宅基地	旱地
伙赖沟新村东侧临时道路	—	0.20		伙赖沟新村东侧临时便道	其他草地

（4）划分复垦修复单元

依据确定的最终复垦方向，参照损毁形式及复垦工程措施，划定合理的复垦修复单元，划分结果具体见表 4.2-8。

表 4.2-8　复垦修复单元划分

复垦区域	复垦前地类	损毁面积（hm^2）	复垦后地类	复垦修复单元
主工业场地不动产登记区	采矿用地	6.35	旱地	旱地方向主工业场地不动产登记区修复单元
生活福利区不动产登记区	采矿用地	0.51	旱地	旱地方向生活福利区不动产登记区修复单元
排矸场不动产登记区	采矿用地	0.20	旱地	旱地方向排矸场不动产登记区修复单元
高位水池不动产登记区	天然牧草地	0.07	天然牧草地	天然牧草地方向高位水池不动产登记区修复单元
工业场地非不动产登记范围①	乔木林地	0.01	乔木林地	乔木林地方向工业场地非不动产登记范围①修复单元
工业场地非不动产登记范围②	天然牧草地	0.08	天然牧草地	天然牧草地方向工业场地非不动产登记范围②修复单元
工业场地非不动产登记范围③	采矿用地	11.74	旱地	旱地方向工业场地非不动产登记范围③修复单元
进场道路场外部分①	天然牧草地	0.06	天然牧草地	天然牧草地方向进场道路场外部分①修复单元
进场道路场外部分②	其他草地	0.03	其他草地	其他草地方向进场道路场外部分②修复单元
进场道路场外部分③	农村道路	0.24	其他草地	其他草地方向进场道路场外部分③修复单元

通高位水池道路①	其他草地	0.14	其他草地	其他草地方向通高位水池道路①修复单元
通高位水池道路②	公路用地	0.01	其他草地	其他草地方向通高位水池道路②修复单元
轻度损毁旱地	旱地	119.45	旱地	旱地方向沉陷损毁复垦修复单元
中度损毁旱地	旱地	45.55	旱地	
轻度损毁果园	果园	6.32	果园	果园方向沉陷损毁复垦修复单元
中度损毁果园	果园	2.42	果园	
轻度损毁乔木林地	乔木林地	48.48	乔木林地	乔木林地方向沉陷损毁复垦修复单元
中度损毁乔木林地	乔木林地	7.10	乔木林地	
轻度损毁灌木林地	灌木林地	43.55	灌木林地	灌木林地方向沉陷损毁复垦修复单元
中度损毁灌木林地	灌木林地	8.59	灌木林地	
轻度损毁其他林地	其他林地	18.35	其他林地	其他林地方向沉陷损毁复垦修复单元
中度损毁其他林地	其他林地	8.94	其他林地	
轻度损毁天然牧草地	天然牧草地	379.14	天然牧草地	天然牧草地方向沉陷损毁复垦修复单元
中度损毁天然牧草地	天然牧草地	125.61	天然牧草地	
轻度损毁其他草地	其他草地	58.95	其他草地	其他草地方向沉陷损毁复垦修复单元
中度损毁其他草地	其他草地	19.99	其他草地	
轻度损毁裸土地	裸土地	2.86	裸土地	其他草地方向沉陷损毁复垦修复单元
陕西天宇镁业集团西侧长方梁村废弃宅基地	农村宅基地	2.66	旱地	旱地方向长方梁村废弃宅基地复垦修复单元
伙赖沟新村东侧临时道路	农村道路	0.20	其他草地	其他草地方向伙赖沟新村东侧临时便道复垦修复单元

7、复垦前后土地利用结构调整

根据土地适宜性评价结果，确定损毁土地复垦方向基本不变，复垦率 100%。复垦责任范围内土地利用结构变化情况见表 4.2-9。综合分析，复垦之后耕地面积增加了 21.37 hm^2，主要包括永久建设用地在煤矿闭坑后经过复垦转变为旱地，以及工业场地临时压占的采矿用地经过复垦地类回退为旱地，此外长方梁村废弃宅基地中非耕地部分经复垦转变为旱地；复垦之后矿区草地面积增加了 2.76 hm^2，主要体现在进场道路与通高位水池道路中的交通运输用地被复垦为草地，以及沉陷损毁的裸土地被复垦为草地。此外，伙赖沟新村东侧临时便道经复垦转变为草地。

表 4.2-9　土地复垦前后土地利用调整统计表

一级地类		二级地类		复垦责任范围（hm²）												小计（hm²）	复垦之后面积（hm²）									沉陷损毁	小计（hm²）
				永久建设用地				临时压占损毁					沉陷损毁				永久建设用地压占损毁				其他压占损毁						
				主工业场地（不动产）	生活福利区场地（不动产）	排矸场（不动产）	高位水池（不动产）	工业场地（余）	进场道路	高位水池道路	长方梁村废弃宅基地	伙赖沟新村东侧临时便道	轻度	中度		主工业场地（不动产）	生活福利区场地（不动产）	排矸场（不动产）	高位水池（不动产）	工业场地（余）	进场道路	高位水池道路	长方梁村废弃宅基地	伙赖沟新村东侧临时便道		
01	耕地	0103	旱地								0.09		119.4	45.55	165.09	**6.35**	**0.51**	**0.20**		**11.74**			**2.66**		165.00	186.46
02	园地	0201	园地										6.32	2.42	8.74										8.74	8.74
03	林地	0301	乔木林地					0.01					48.48	7.10	55.59					**0.01**					55.58	55.59
		0305	灌木林地										43.55	8.59	52.14										52.14	52.14
		0307	其他林地										18.35	8.94	27.29										27.29	27.29
04	草地	0401	天然牧草地				0.07	0.08	0.06		0.54		379.1	125.61	505.50				**0.07**	**0.08**	**0.06**				504.75	504.96
		0404	其他草地						0.03	0.14	0.01		58.95	19.99	79.12						**0.27**	**0.15**		**0.20**	81.80	82.42
05	商服用地	05H1	商业服务业设施用地								0.67				0.67											
		0507	其他商服用地										0.48	0.24	0.72										0.72	0.72
06	工矿仓储用地	0601	工业用地								1.10		51.21	3.95	56.26										55.16	55.16
		0602	采矿用地	6.35	0.51	0.20		11.74					22.19	1.25	42.24										23.44	23.44
07	住宅用地	0702	农村宅基地								0.22		4.23	3.05	7.50										7.28	7.28
08	公共用地	0809	公用设施用地										1.17		1.17										1.17	1.17
		08H2	科教文卫用地								0.03				0.03											
10	交通运输用地	1003	公路用地							0.01			1.85	0.91	2.77										2.76	2.76
		1006	农村道路						0.24			0.20	6.93	2.99	10.36										9.92	9.92
11	水域及水利设施用地	1101	河流水面										3.80	0.63	4.43										4.43	4.43
		1104	坑塘水面										0.20		0.20										0.20	0.20
		1109	水工建设用地										0.02		0.02										0.02	0.02
12	其他土地	1202	设施农用地										0.39	0.65	1.04										1.04	1.04
		1206	裸土地										2.86		2.86											
合 计				6.35	0.51	0.20	0.07	11.83	0.33	0.15	2.66	0.20	769.5	231.87	1023.74	**6.35**	**0.51**	**0.20**	**0.07**	**11.83**	**0.33**	**0.15**	**2.66**	**0.20**	**1001.44**	**1023.74**

（三）水土资源平衡分析

1、水资源平衡分析

本项目旱地维持原来的旱作模式，复垦后不增加灌溉面积，也不增加排灌措施，项目区的用水量未发生变化，项目区内的灌溉系统和水源系统也未发生改变。本方案只对项目区内补植补栽的林地、草地恢复时管护用水进行分析。参照《行业用水定额》（陕西省地方标 DB61/T943-2020），园地 2700 $m^3/hm^2·a$，林地 1050 $m^3/hm^2·a$，草地 900 $m^3/hm^2·a$。管护需连续管护 6 年，管护用水采用洒水车拉水配合软管浇灌，运水距离约为 0.5~10 km。用水量及灌溉方式见表 4.2-10。

表 4.2-10 水资源需求量及灌溉方式

灌溉地类	灌水定额（$m^3/hm^2·a$）	灌溉面积（hm^2）	年用水量（万 m^3/a）	灌溉方式
园地	2700	8.74	2.36	洒水车
林地	1050	135.03	14.18	洒水车
草地	900	587.56	52.88	洒水车
合计	—	731.33	69.42	—

在矿区外东南部边界处有大板兔川自北东向南西流经而过，为季节性河流，年平均径流量 0.79 m^3/s，年总流量 0.25 亿 m^3。大板兔河流量不大，每年枯水季节基本处于断流状态，而在丰水期才形成径流，丰、枯水季节流量悬殊很大。暴雨季节大板兔川是煤矿的泄洪渠道，该河向西南流至石窑店汇入悖牛川。矿区通过野大公路可方便达到大板兔川集水区，运水线路较为方便。同时本矿矿井水正常涌水量 1320 m^3/d，最大涌水量 1800 m^3/d，基本可以保证在回用的同时服务土地浇灌。综上，矿区内可供灌溉水资源基本可以满足矿山复垦工作的需求。

2、土壤资源平衡分析

本方案土壤资源平衡主要针对复垦工程需要的回填表土进行分析，土壤资源平衡对于耕地恢复生产力以及植被重建有重要意义，主要包括土源供给量分析和需土量分析。

其中开采区沉陷土地复垦需要裂隙充填，此部分需要的回填和充填表土可由周边土地供土，使得复垦工作经济可行；工业场地、高位水池及矿山道路在矿山服务期满后，对其地表构筑物进行拆除，场地整平后进行表土回覆；而长方梁村废弃宅基地与伙赖沟新村东侧临时便道同样在拆除地面建构筑物后，整平场地进

行表土回覆。为保证复垦工作的顺利实施，前述需治理覆土区域所用表土由矿山购买商品土，总需土量约为 17.76 万 m^3，具体需土量汇总详见表 4.2-11。

表 4.2-11　需土量计算表

覆土区域	占地面积（hm^2）	覆土厚度（cm）	覆土量（m^3）
工业场地、高位水池、矿山道路、长方梁村废弃宅基地及伙赖沟新村东侧临时便道	22.20	80	177600
合计	—	—	177600

矿山地处黄土梁峁地貌区，土源丰富，需要的裂缝填充土源就近即可满足需求，不会因复垦造成新的土地损毁，沉陷区回填表土土源有保障。

场地复垦需要回覆表土约 17.76 万 m^3，矿井后期签署用土协议书，煤矿购置商品土用于覆土，取土造成的土地损毁由供土方负责治理。

（四）土地复垦质量要求

1、复垦原则

复垦区损毁土地属低潜水位无积水沉陷地，结合复垦区土地适宜性评价结果和当地实际情况，制定具体的复垦标准。煤矿复垦应坚持以下基本原则：煤矿应做到“边开采，边复垦”；复垦利用类型应与地形地貌及周边的环境相协调；土地复垦的质量不宜低于原（或周边）土地利用类型的土壤质量与生产力水平；复垦为耕地的应符合土地整治高标准农田工程建设标准的要求；复垦场地的稳定性和安全性应有可靠保证；应充分利用原有地表土作为覆盖层，覆盖后的表土应规范、平整，覆盖层的容重应满足复垦利用的要求。

而对于复垦质量要求主要参考如下规范、规程或标准：《土地复垦质量控制标准》（TD/T1036-2013），《土地开发整理规划编制规程》（TD/T1011-2000），《土地开发整理项目规划设计规范》（TD/T1020-2000），《土地整治高标准农田建设综合体》（DB61/T991.1-991.7-2015）。

2、耕地方向土地复垦质量要求

（1）沉陷土地旱地复垦单元质量要求

地形：土地平整后与周边区域平齐或相协调，不能出现明显的高低不平状况。地面坡度不宜超过 25°。

土壤质量：有效土层厚度≥80 cm，土壤具有较好的肥力，旱地土壤容重≤1.40 g/cm³，有机质≥0.8%，砾石含量≤5%；土壤PH值处于7.5~8.0之间。

配套设施：灌溉、排水、道路等应满足《灌溉与排水工程设计标准》（GB50288-2018）等标准以及当地同行业工程建设标准要求。有控制水土流失措施，边坡宜植被保护，满足《水土保持综合治理技术规范》（GB/T 16453）要求。

生产力水平：3年后复垦区单位面积产量，达到周边地区相同土地利用类型中等产量水平，果实中有害成分含量符合《粮食卫生标准》（GB-2715）。

结合项目区耕地比较分散的特点，保障原有农村道路的交通条件良好，便于农机进行田间作业及日常生产资料的运输。

（2）压占土地、永久建设用地及废弃宅基地复垦旱地复垦单元质量要求

复垦区范围内的建筑一般为混凝土、单层砖混结构建筑或彩钢房，采用机械和人工拆除，分部分阶段实施清理工程，清理场地内的建筑垃圾到指定的堆放区域；废弃建筑物拆除后，硬化路面需剥离、基础需挖除，采用挖掘机和推土机作业。建筑垃圾一般为无污染固体。建筑垃圾中砖、瓦经清理后能继续使用的，可考虑重复利用。废金属、钢料等经分拣后出售，用于钢铁厂或有色金属冶炼厂回炼。

硬化路面剥离和基础挖除后，需对迹地进行覆土、平整和翻耕，复垦为耕地区域平整后坡度不超过 25°，除了消除地面附加坡度外，还应消除原始坡度，以提高耕地标准，田块平整后划分田块，修筑田间道路和生产路。

土壤质量：有效土层厚度≥80 cm，土壤具有较好的肥力，旱地土壤容重≤1.40 g/cm³，有机质≥0.8%，砾石含量≤5%；土壤PH值处于7.5~8.0之间。

配套设施：灌溉、排水、道路等应满足《灌溉与排水工程设计标准》（GB50288-2018）等标准以及当地同行业工程建设标准要求。有控制水土流失措施，边坡宜植被保护，满足《水土保持综合治理技术规范》（GB/T 16453）要求。

生产力水平：3年后复垦区单位面积产量，达到周边地区相同土地利用类型中等产量水平，果实中有害成分含量符合《粮食卫生标准》（GB-2715）。

结合项目区耕地比较分散的特点，保障原有农村道路的交通条件良好，便于

农机进行田间作业及日常生产资料的运输。

3、园地方向土地复垦质量要求

园地平整后的地面坡度不超过 10°，田坎高度和田面宽度符合相关规定；

复垦后有效土层厚度≥30 cm，土壤容重≤1.45 g/cm^2，PH 值处于 7.5~8.0 之间，土壤有机质含量大于 0.5%；

复垦后排水、道路要按照各行业的工程建设标准进行建设，并有完整的排灌、防洪系统，防洪标准不低于 10 年一遇，排涝标准不低于 5 年一遇；

复垦后五年达到周边地区同等土地利用类型水平；

对于损毁的现有园地进行补植，补植树苗按照现有的种类进行补植，复垦区果树种类为杏树；

对园地地面进行整治，以利于灌溉和排水；

果树苗要挑选健康苗木，同一地块要求树苗的苗龄、生长状况一致；

果树栽植后，要定期进行除草、松土、浇水，保证苗木成活率，未成活进行补栽；

果树成活达产后果树产量不低于同园其他果树的产量。

4、林地方向土地复垦质量要求

（1）沉陷土地林地复垦单元质量要求

复垦后有效土层厚度≥30 cm，土壤容重≤1.5 g/cm^3，土壤质地砂土至砂质粘土，砾石含量≤25%，PH 值处于 7.0~8.5 之间，土壤有机质含量≥0.5%；

树种首先选择当地适种树种，乔木选择樟子松嫁接红松等；灌木选择紫穗槐、柠条等；

整地：造林前穴状整地，乔木规格为 0.5 m×0.5 m×0.5 m；灌木规格为 0.4 m×0.4 m×0.4 m；

对于因地表沉陷受损的苗木，要及时扶正，对于倾斜较大的树木，实施一定的扶正措施；

复垦后定植密度满足《造林作业设计规程》（LY/T 1607）要求，郁闭度≥0.3；

确保一定量的灌溉，五年后植树成活率 70%以上。

（2）工业场地不动产登记范围复垦林地复垦单元质量要求

复垦前对地表进行建筑物拆除和清理；

清理后对迹地进行平整覆土，覆土厚度不小于 0.3 m，平整后坡度不超过 10°；

树种选择：乔木选择樟子松等；灌木选择紫穗槐、柠条等；

复垦后有效土层厚度≥30 cm，土壤容重≤1.5 g/cm^3，土壤质地砂土至砂质粘土，砾石含量≤25%，PH 值在 7.0~8.5 之间，土壤有机质含量≥0.5%；

复垦后定植密度满足《造林作业设计规程》（LY/T 1607）要求，郁闭度≥0.3。

5、草地方向土地复垦质量要求

（1）沉陷土地草地复垦单元质量要求

复垦后有效土层厚度≥30 cm，土壤容重≤1.45 g/cm^3，土壤质地砂土至壤粘土，砾石含量≤15%，pH 值在 7.0~8.5 之间，土壤有机质含量≥0.3；

草籽选择适宜本地生长的乡土品种，草籽选择紫花苜蓿等；

复垦后林草覆盖率≥30%，复垦五年后生产力水平达到周边地区同等土地利用类型水平；

对于因地表沉陷受损的草地，补植地区与原草地植被种类相同；

复垦后 5 年草地具有生态稳定性和自我维持能力，生物多样性不低于原植被生态系统。

（2）高位水池、工业场地（临时）、进场道路、通高位水池道路及废弃临时便道复垦为草地复垦单元质量要求

复垦后有效土层厚度≥30 cm，土壤容重≤1.45 g/cm^3，土壤质地砂土至壤粘土，砾石含量≤15%，pH 值在 7.0~8.5 之间，土壤有机质含量≥0.3；

草籽选择适宜本地生长的乡土品种，草籽选择紫花苜蓿等；

复垦后林草覆盖率≥30%，复垦五年后生产力水平达到周边地区同等土地利用类型水平；

对于因地表沉陷受损的草地，补植地区与原草地植被种类相同；

复垦后 5 年草地具有生态稳定性和自我维持能力，生物多样性不低于原植被生态系统。

（3）裸土地复垦草地复垦单元质量要求

复垦后有效土层厚度≥30 cm，土壤容重≤1.45 g/cm^3，土壤质地砂土至壤粘土，砾石含量≤15%，PH 值处于 7.0~8.5 之间，土壤有机质含量≥0.3；

草籽选择适宜本地生长的乡土品种，草籽选择紫花苜蓿等；

复垦后林草覆盖率≥30%，复垦五年后生产力水平达到周边地区同等土地利用类型水平；

对于因地表沉陷受损的草地，补植地区与原草地植被种类相同；

复垦后 5 年草地具有生态稳定性和自我维持能力，生物多样性不低于原植被生态系统。

6、其他土地复垦质量要求

加强本复垦单元的监测，确保损毁土地能够满足当地人民的正常生产生活需求。同时加强土地复垦风险防范措施的建立。

第五章 矿山地质环境治理与土地复垦工程

弘建煤矿建设及生产引发的主要矿山地质环境问题包括切坡修路建房引发的不稳定斜坡，矿井开采引发的地面沉陷及伴生地裂缝等不稳定地质体，含水层、地形地貌景观受影响，水土环境影响，以及土地资源损毁，以下针对不同地质环境及土地利用问题提出恢复治理工程。矿山地质环境治理与土地复垦工程分为近期（2025－2029 年）、中期（2030－2048 年）、后期（2049－2056 年）三个阶段，近期以治理工程、上期遗留未复垦完成区及近期开采沉陷区土地复垦为主，中后期以永久占用场地及中期开采沉陷区损毁土地复垦为主。

一、矿山地质环境保护与土地复垦预防

（一）目标任务

矿山地质环境保护与土地复垦的目标在于最大程度地减少矿山地质环境问题的发生，避免和减缓不稳定地质体失稳造成的损失，有效遏制煤矿开采对主要含水层、地形地貌景观、水土环境及土地资源的影响和破坏，实现矿产资源开发利用与地质环境保护相协调、经济可持续发展。

矿山地质环境保护与土地复垦预防阶段主要任务为：

1、源头控制

在从事生产建设活动中采取多种措施源头控制，尽量减少对土地不必要的损毁；坚持预防为主、防治结合的原则，防患于未然，使土地资源损毁面积控制在最小的范围和最低限度，使矿区的水土流失现象被有效遏制。

2、统一规划，统筹安排

依据当地管理部门规划，遵循全面复垦和重点复垦相结合的设计思路，对复垦区提前进行合理规划，做到土地复垦与生产统一规划，统筹安排，最大限度地保护和合理利用土地资源，提高劳动生产率和土地利用率。

3、因地制宜

贯彻落实“十分珍惜和合理利用土地，切实保护耕地”的基本国策，按照“因地制宜，优先用于农业”的原则，在土地复垦的过程中，按照矿区所在地的管理规划，合理确定复垦土地的用途，宜农则农、宜林则林、宜牧则牧、宜建则建。

被损毁的土地可复垦为农用地的，优先用于耕地及林牧业用地。

（二）保护与预防措施

1、合理规划

在建设和生产过程中要加强规划和施工管理，尽量减少对土地的预期影响。在煤矿建设之前，要建立土地利用规划，分步实施。开采过程中要做到“边开采，边复垦”。在进行土地复垦工程时，应制定合理的土石方调配方案，严禁弃土弃渣乱堆乱放。各种生产建设活动应严格控制在规划区域内，将临时用地面积控制在最低限度，尽可能地避免造成土壤和植被的大面积损毁。做好土壤和植被的保护措施，受施工车辆等施工机械碾压的地方要进行土地平整、疏松，并在适当季节补栽树种，尽快恢复原有土地功能。

2、留设保护煤柱

根据《建筑、水体、铁路及主要井巷煤柱留设与压煤开采规程》和《煤矿安全规程》等有关规定，在需要保护的建（构）筑物处留设保护煤柱，能够避免或减缓矿山地质环境问题的产生和影响程度，减少治理工程和费用。弘建煤矿在主工业场地、生活福利区场地、煤矿边界、村庄、工矿企业、公路、主要大巷等都已留设煤柱。

3、矿山地质环境保护预防

（1）矿山不稳定地质体预防措施

在保护级别高的重要建（构）筑物处留设保护煤柱，对出现地表沉陷裂缝区第一时间进行临时充填修复，避免或减少采空塌陷和沉降裂缝的发生；

在不稳定地质体、采空沉陷区竖立警示牌提醒行人避让，减缓财产损失及人身安全威胁。

各场地合理设置截排水设施，防止地面废水、废油等引发水土环境质量下降。

（2）含水层保护措施

防水措施：井下采掘时严格执行《煤矿防治水细则》，坚持“预测预报、有疑必探、先探后掘、先治后采”的原则，并采取探、防、堵、疏、排、截、监的综合治理措施。

加强监测：工程建设期及运营期中加强对地下水的跟踪监测。

对居民生产、生活用水造成影响的含水层区域，采取水车供水或寻求新的水

源引入等措施，保证居民的生产、生活用水。

（3）地形地貌景观保护措施

合理规划，科学利用：在生产过程中要加强规划和施工管理，尽量减少对土地的影响范围。

边开采边治理，加强生态保护意识，多植树种草，使矿山建设与当地地形地貌景观相适应，与周边生态环境相协调。

（4）水土环境预防措施

围绕地表水体、土壤建立监测点，构建监测实施方案，加强水环境质量与土壤环境质量的监测，确保水土环境质量稳定。

4、表土资源保护措施

在进行土地复垦时，要保护和利用好表层的耕作层土壤和表层土壤。将客土资源在合适的地方存储并加以养护，保持肥力；待复垦时，再平铺于土地表面，使其得到充分、有效的利用。

5、加强复垦监测措施

对地表破坏情况进行监测，包括破坏范围、程度、历时等多个因子的监测，建立地表破坏程度与地表变形移动特征参数、采煤工艺参数之间的相关关系，以减缓地表土地破坏为原则，及时调整采煤工艺参数。及时推平沉陷盆地边缘的沉陷台阶，填充裂缝。在沉陷盆地基本恢复以后，进行整理复垦，恢复土地功能。

（三）主要工程量

矿山地质环境保护与土地复垦预防工程主要为沉陷区、不稳定斜坡区设置警示牌。方案适用期工程量测算见表 5.1-1。

表 5.1-1　方案适用期预防工程量统计表

序号	单项名称	单位	方案近期（适用期）年度工作量					
			第一年	第二年	第三年	第四年	第五年	小计
1	沉陷区、不稳定斜坡区警示牌安装	块	10	10	5	5	5	35

二、矿山不稳定地质体治理

（一）目标任务

1、治理目标

（1）避免和减缓现状不稳定地质体失稳、开采引发的地面沉陷、地裂缝等现象造成村庄、重要地面建、构筑物的危害和损失；

（2）避免和减缓对土地资源的影响和破坏，采取有效工程措施对受影响和破坏的土地进行治理恢复，使其恢复原貌或适宜用途；对受损道路采取修复措施，保证交通畅通；

（3）后期封闭井筒，拆除生产设施。

2、治理任务

坚持以人为本，从矿山地质环境实际出发，采取科学合理的治理方法和措施，消除或减轻矿山不稳定地质体失稳威胁，消除安全隐患，确保生产安全。

（1）沉陷区伴生裂缝及时充填，并加强监测；

（2）对村庄搬迁遗留地进行拆除；受损村庄房屋进行维修；

（3）对受损的道路进行修复，其标准不低于原有标准；

（4）对开采新形成的沉陷区进行巡查；

（5）煤矿闭坑期拆除所有生产设施，井筒按规范实施封闭，场地进行平整；

（6）开展矿山地质环境监测工作，建立监测点，对地面沉陷及地裂缝、地下水等进行长期监测。

（二）工程设计与技术措施

1、近期主要治理工程

在本阶段的治理任务包括：对评估区内已存在的斜坡类不稳定地质体进行治理，同时对评估区内已存在及拟产生的地面沉陷及地裂缝影响的受损道路和输电线路等进行治理或修复。

（1）斜坡类不稳定地质体防治工程

评估区内存在三处不稳定斜坡（BP1、BP2 及 BP3），经过评价，三处不稳定斜坡均危险性中等，威胁道路及房屋。因此，依据矿山地质环境保护目的，同时依据矿方为地方人民服务的思路。针对不稳定斜坡采用工程治理的方式进行危

险性消除。三处不稳定斜坡中，不稳定斜坡 BP1 坡体结构清晰，坡体组成物质明确；而不稳定斜坡 BP2 与 BP3 坡体结构较为复杂，坡体组成物质难以通过调查完全查明。因此本方案仅对不稳定斜坡做初步方案设计，建议矿方后期对不稳定斜坡 BP2 与 BP3 进行治理实施前委托具有甲级资质的单位或高校进行专门勘查与施工图设计。

综合分析不稳定斜坡 BP1 坡体结构特征、稳定性及威胁对象位置，结合类似不稳定斜坡治理经验，对该不稳定斜坡提出坡体下部设置挡墙，墙顶设置排水沟的方式进行治理。坡脚放置的挡墙高度 2 m，埋深 0.3m，顶部宽 0.7 m，下部宽 1.5 m，采用直立式，墙体中部留设排水孔；排水沟采用方形，深度 0.4 m，宽度 0.4 m。不稳定斜坡治理工程平面设计、断面设计及结构设计分别如图 5.2-1~5.2-4 所示。

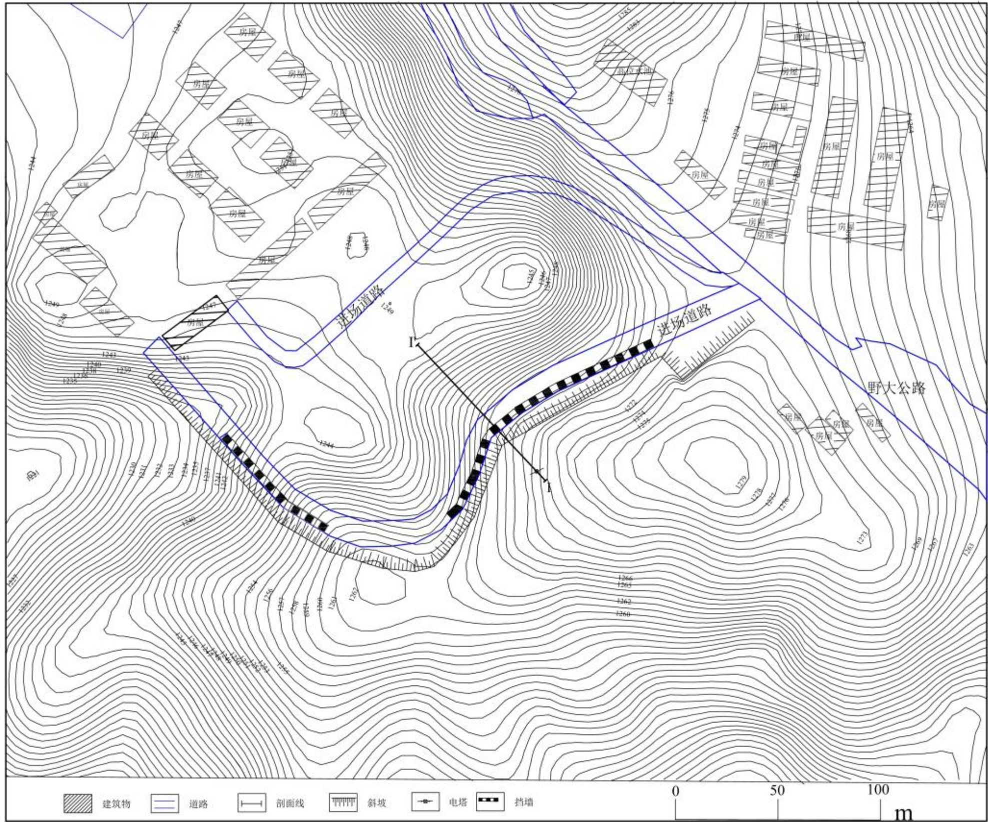


图 5.2-1　不稳定斜坡 BP1 治理工程平面图

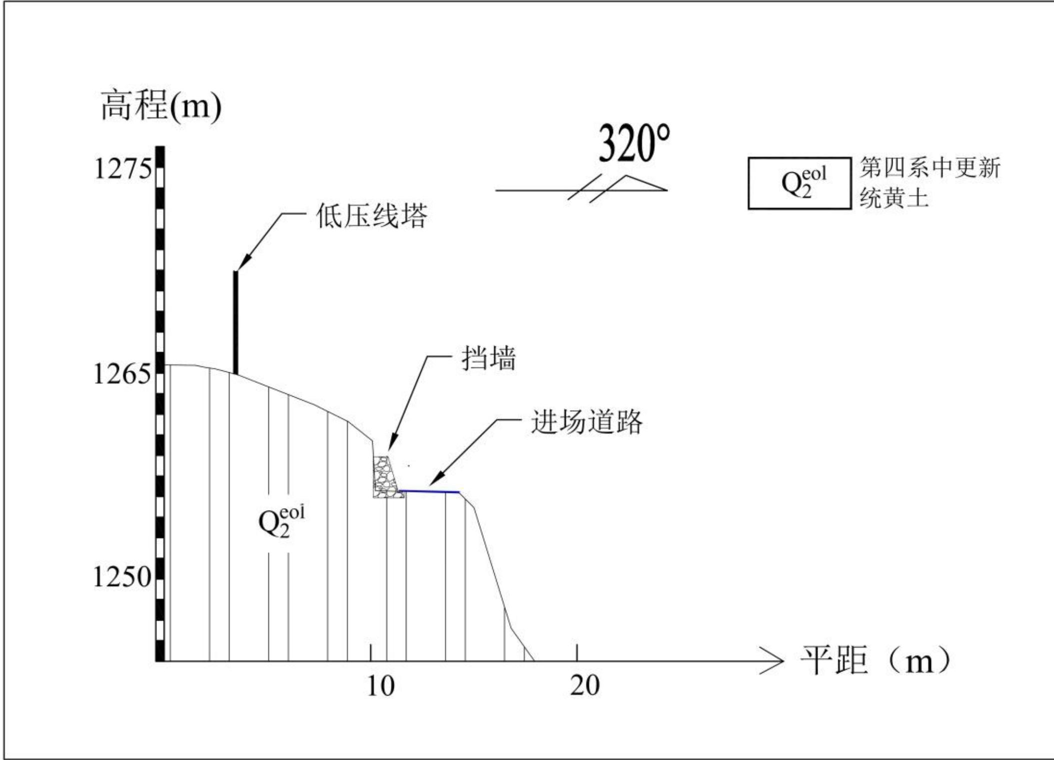
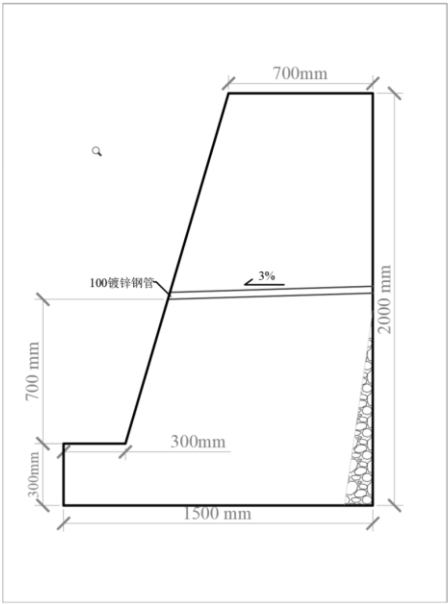


图 5.2-2 治理工程断面设计图



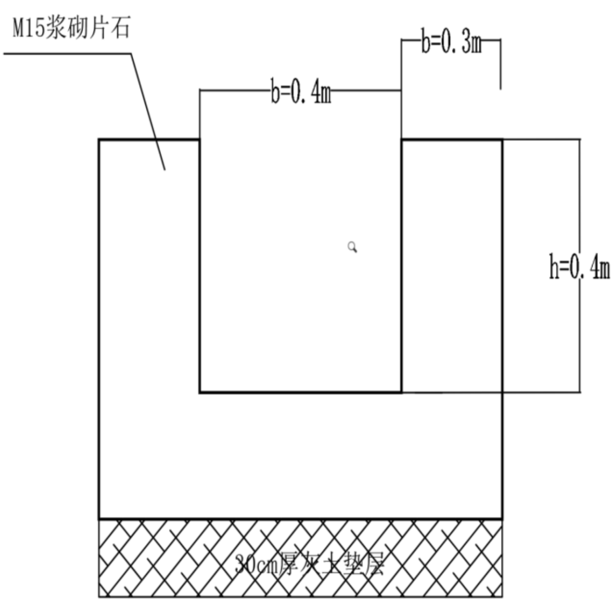


图 5.2-3 治理工程挡墙设计图 **图 5.2-4 治理工程排水沟设计图**

综合分析不稳定斜坡 BP2 坡体结构特征、稳定性及威胁对象位置，结合类似斜坡治理经验，对该不稳定斜坡提出坡体下部设置挡墙，墙顶设置排水沟，坡脚窑洞采用矸石回填的方案进行治理。坡脚放置的挡墙高度 6 m，埋深 1.0 m，顶部宽 1.5 m，下部宽 3.0 m，采用直立式，墙体中部留设排水孔；排水沟采用深

0.4 m，宽 0.4 m 的方形结构。不稳定斜坡治理工程设计如图 5.2-5~5.2-8 所示。

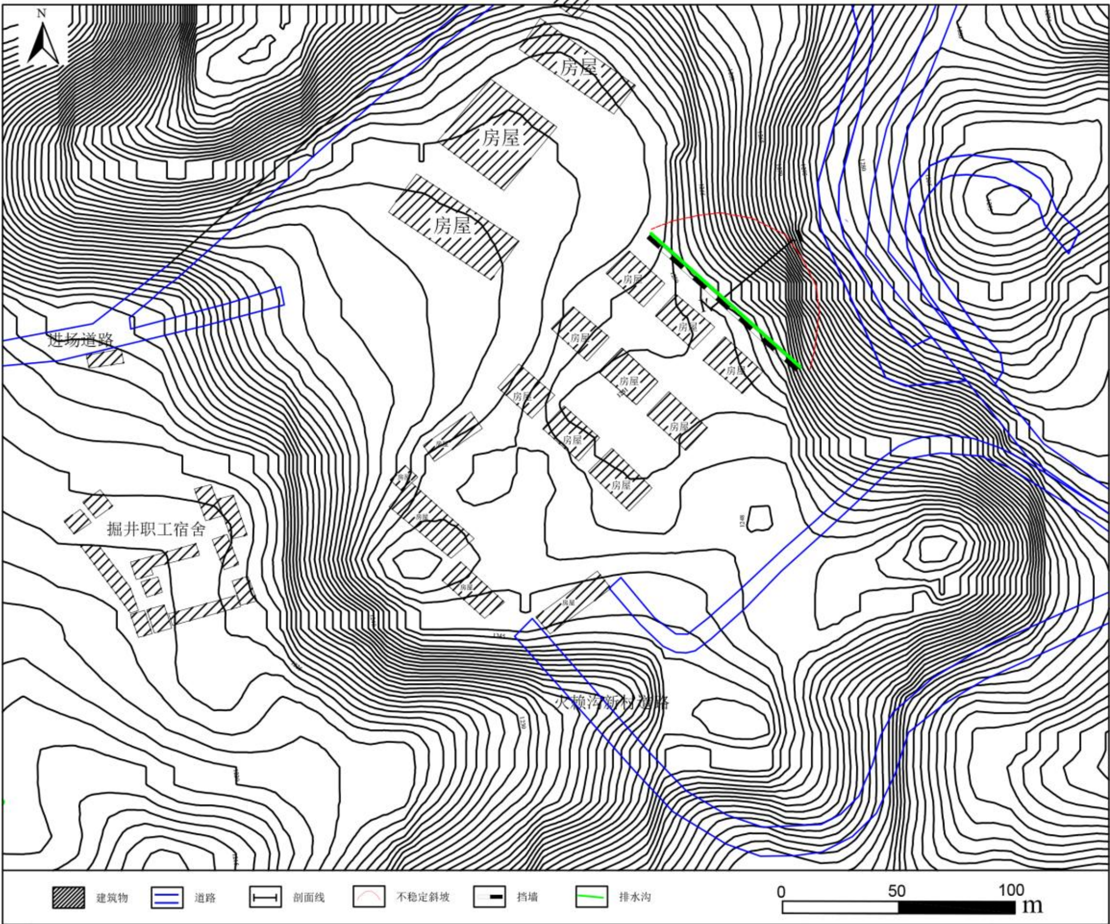


图 5.2-5　不稳定斜坡 BP2 治理工程平面设计图

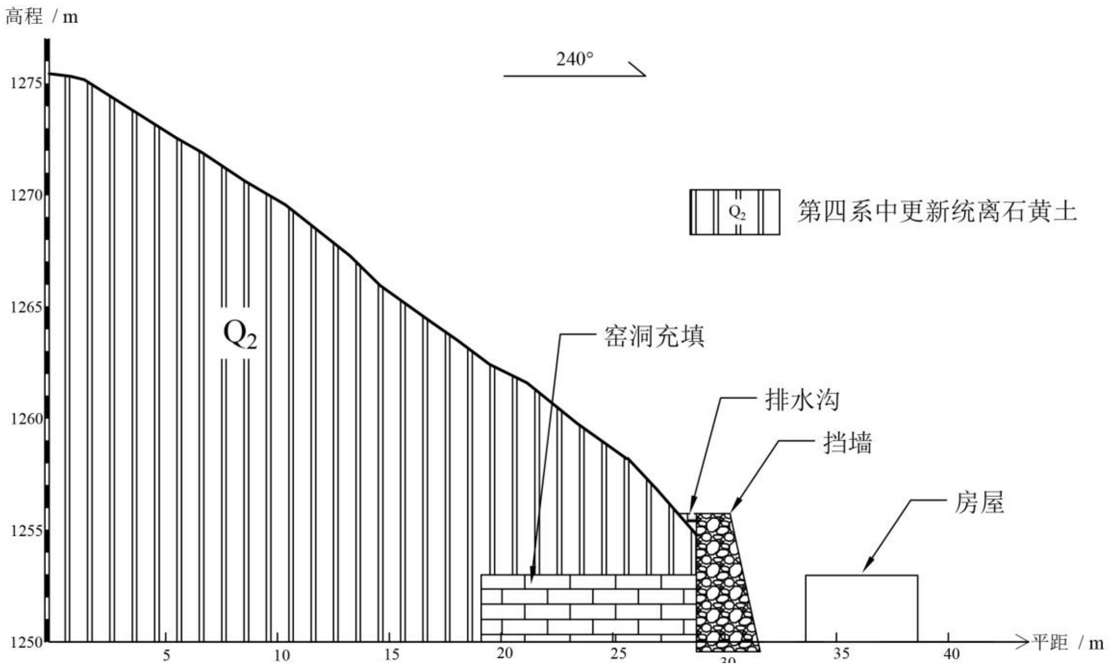
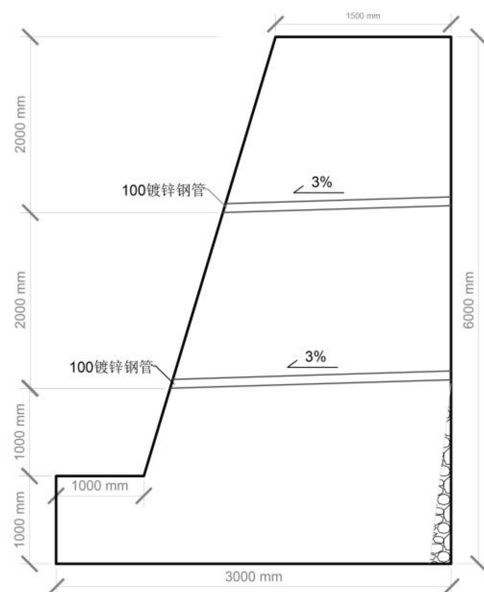


图 5.2-6　不稳定斜坡 BP2 治理工程断面设计图



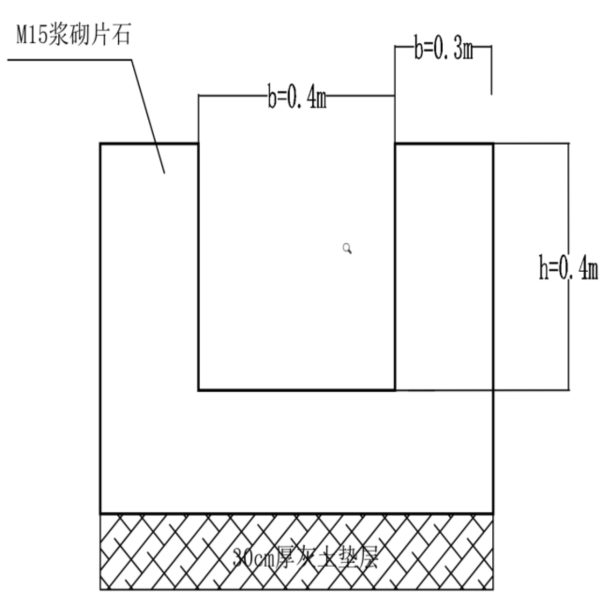


图 5.2-7　治理工程挡墙设计图　　　　**图 5.2-8　治理工程排水沟设计图**

综合分析不稳定斜坡 BP3 坡体结构特征、稳定性及威胁对象位置，结合类似斜坡治理经验，对该不稳定斜坡提出坡体下部设置挡墙，墙顶设置排水沟的方式进行治理（图 5.2-9~5.2-10）。坡脚放置的挡墙高度 3 m，埋深 0.5 m，顶部宽 1.05 m，下部宽 2.2 m，采用直立式，墙体中部留设排水孔（图 5.2-11）；排水沟采用深度 0.4 m，宽度 0.4 m 的方形结构（图 5.2-12）。

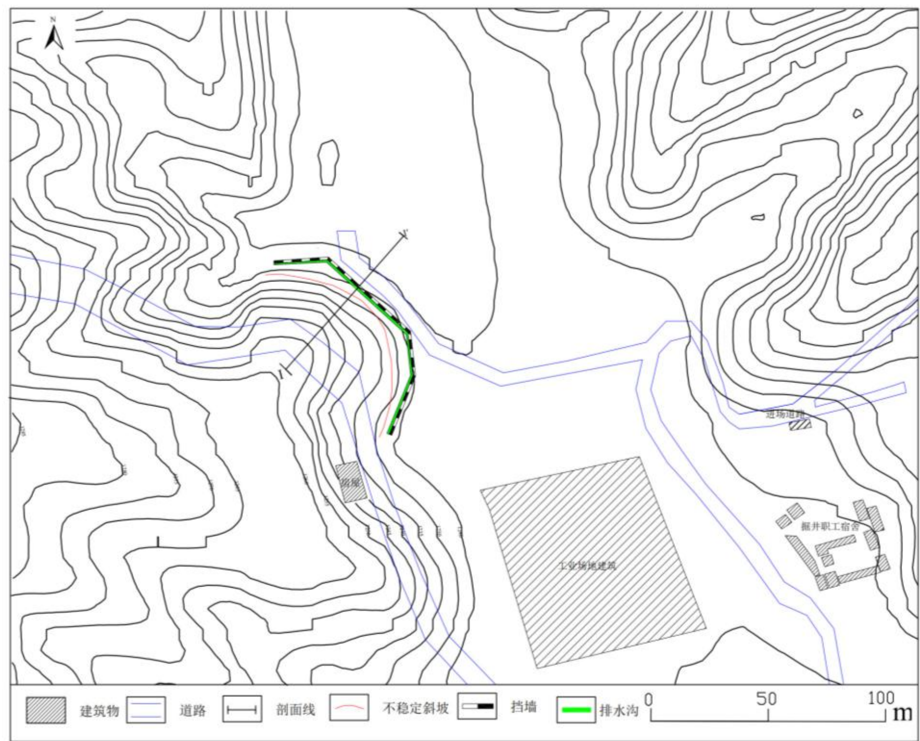


图 5.2-9　不稳定斜坡 BP3 治理工程平面设计图

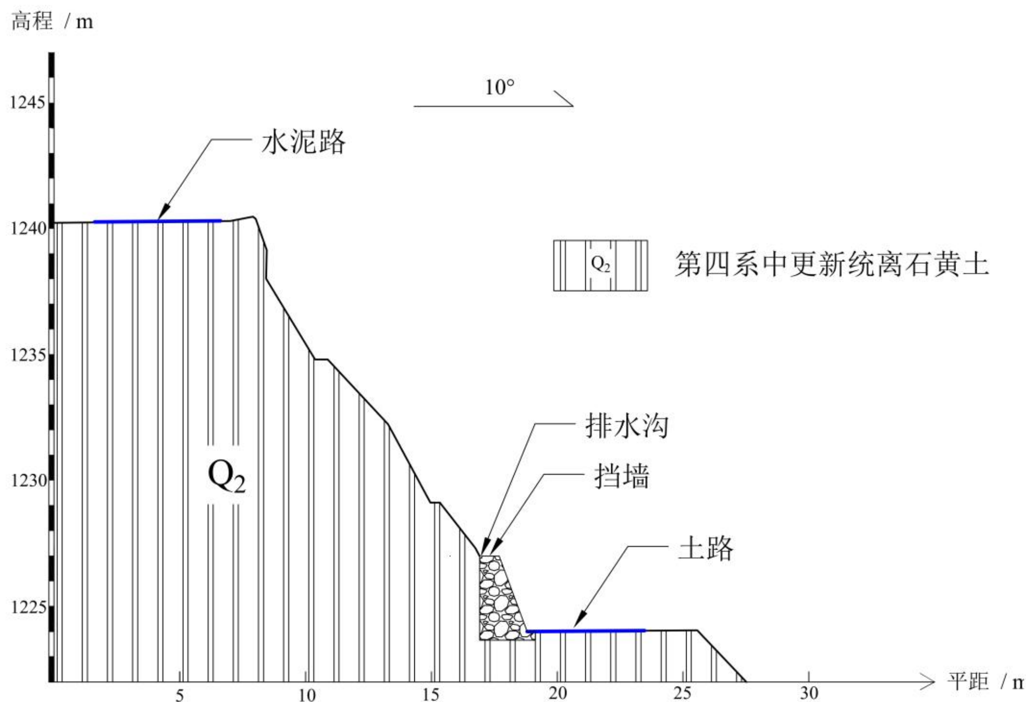
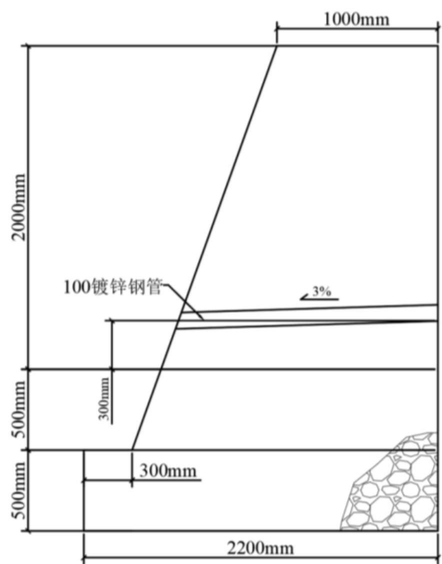


图 5.2-10　不稳定斜坡 BP3 治理工程断面设计图



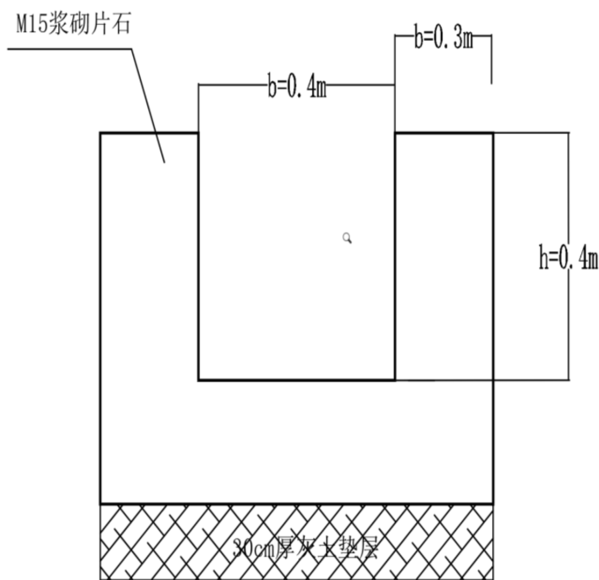


图 5.2-11　治理工程挡墙设计图　　　　图 5.2-12　治理工程排水沟设计图

（2）地面沉陷受损建构筑物治理

煤矿生产主要引发地面沉陷及伴生地面沉陷裂缝，损坏矿区内道路、输电线路及其他建构筑物。

1）拟开采沉陷道路维修

地表沉陷对道路的影响主要表现在下沉造成路面起伏凹凸不平，在拉伸区和

压缩区会造成路面的开裂等路面损坏。弘建煤矿开采后对乡村道路产生一定的破坏。在开采时期对道路重点维护，一旦出现倾斜、裂缝、错断等损毁现象应尽快进行填补铺垫维护，必须保持道路的实时畅通，不影响周围居民的生产生活。

经过预测计算分析，井田内可能受采煤沉陷影响的道路包括：移民村西侧土路、巨亨商砼公司东侧土路、上朱太沟东北梁上土路、沙沙沟土路、松宏湾林场土路、杨家沟南梁上土路、康家沟东北侧土路、董家沟东侧土路及金川镁业北侧水泥路；近期受采矿影响的道路主要包括巨亨商砼公司东侧土路及移民村西北侧土路（图 5.2-13）。

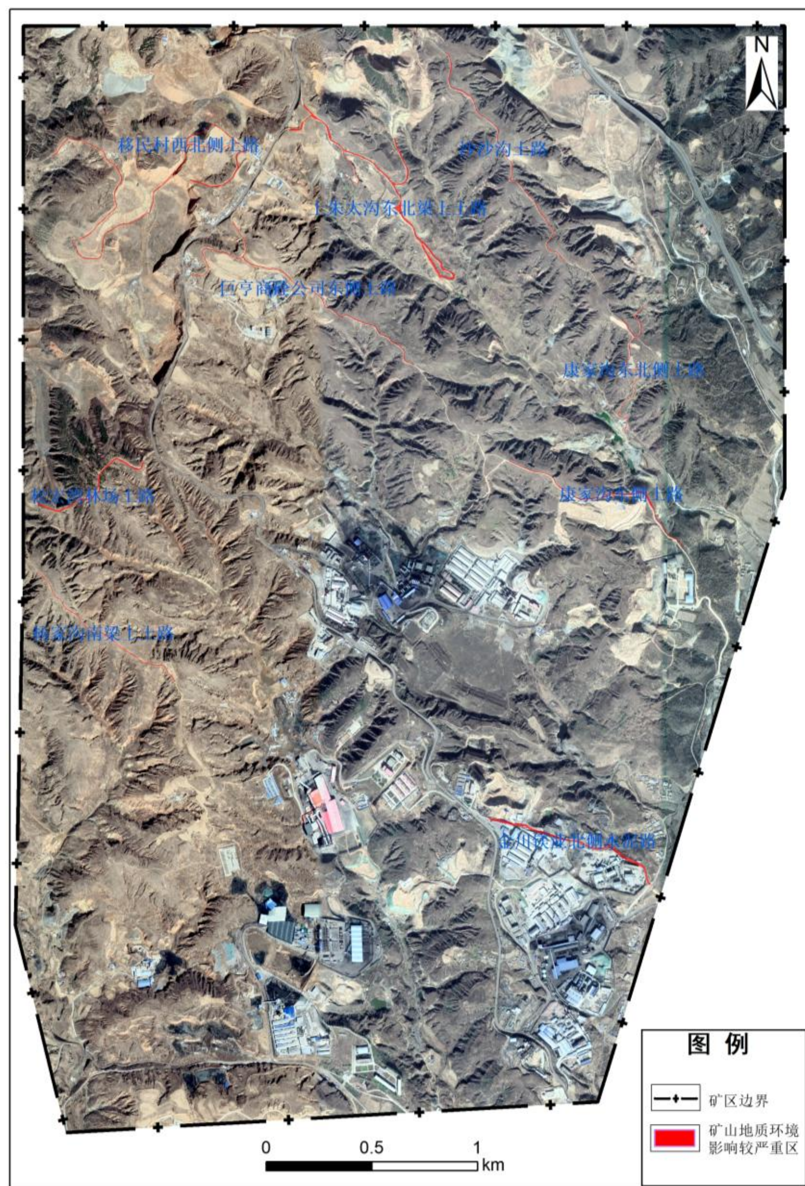


图 5.2-13　采煤沉陷引起的道路受损

乡村道路设计为水泥路面。路面材料中，石料采用煤矸石、轧制的碎石或天

然碎石，扁平细长颗粒不超过 20%，近似正方形有棱为好，不能含有其他杂物。粘土的塑性指数一般大于 12，粘土中不得含腐殖质或其他杂物，粘土用量一般不超过碎石干重的 15%。路基土要求压实或夯实，路中间要比两边略高一些，以便在突遇大雨后可及时排干渍水。回填土干容重≥15 kN/m^3，路基横坡同路面，施工中注意不允许路基积水。通过维修或加固的方式进行受损道路的治理恢复，轻度损坏道路维修长度均按照受损长度的 30%进行估算，中度损坏按照 50%进行估算，重度损坏按照 70%进行估算。

2）矿区已破损道路维修

为提升矿区内居民生活质量，对影响矿区居民出行的受损道路进行维修或重建。矿区内长方梁新村与旧村道路受采矿活动影响，破损严重，影响车辆及居民通行（照片 5.2-1~5.2-2 及图 5.2-14）。除此之外，矿区南部通向板深沟道路受采矿活动影响，破损严重，影响当地居民通行（照片 5.2-3~5.2-4 及图 5.2-15）。



照片 5.2-1 通长方梁旧村道路破损（镜向 W）



照片 5.2-2 通长方梁旧村土路（镜向 NE）

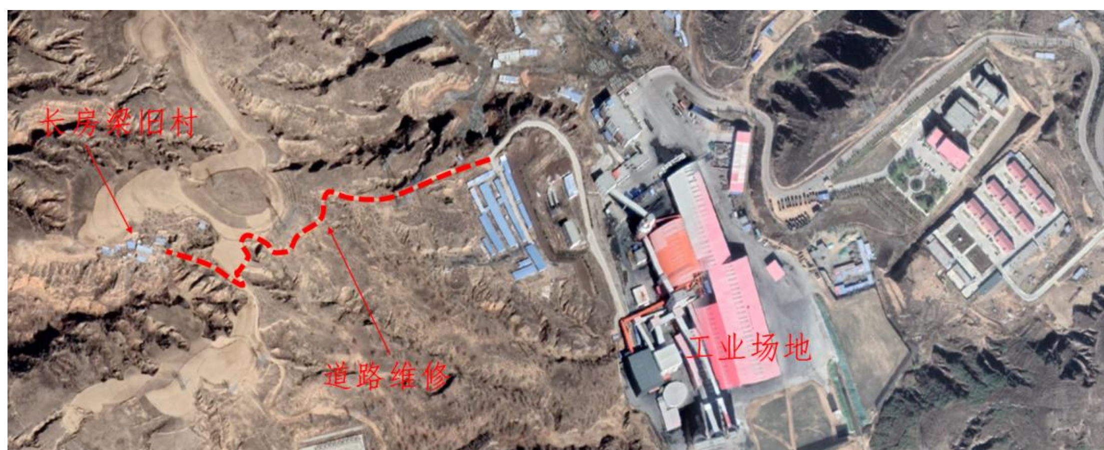


图 5.2-14 通长方梁旧村土路维修

对通长方梁旧村道路拟修复为水泥路，设计对原路面平整碾压、路基整平压

实、垫层铺筑、基层铺筑、面层浇筑、伸缩缝切割、路面防滑、排水边沟等措施进行治理。本次拟修复道路全长约 1800 m，平均宽度 4.0 m，道路起点坐标 X= ，Y= ，终点坐标 X= ，Y= 。

道路原路面为素土路面，现状道路路面损毁严重。设计对损毁道路进行平整碾压。压实系数不小于 0.95。设计路面结构铺筑前对原路基进行整平压实，压实深度按照 0.5 m 计算，经计算，路基土方压实约 10000 m^3。对原有道路平整压实达到设计要求后，为保证道路温度和湿度稳定性，增加整体强度，减轻冻融对路面结构的影响，设计在路基上铺设 10 cm 级配碎石垫层，垫层宽度应比路面宽不小于 15 cm。经计算，本项目铺筑级配碎石垫层 2000 m^3。道路基层铺设 10 cm 灰土，摊铺时应控制原材料的含水量，在最佳含水量的±2%进行碾压，禁止薄层贴补，碾压由低向高，碾压完成后做好后期养护工作，至少养护 7 天。经计算，本项目铺筑灰土基层 2000 m^3。路面采用 C20 混凝土铺设，平均铺设宽度 4.0 m，铺设厚度 30 cm，路拱的横坡比设计为 2%。摊铺应做好振捣工作，当日浇筑完成后做好施工缝处理。在路面强度达到 25%-30%时，按照 6 m 间距横向切割缩缝，缝宽 4-6 mm，深度 6 cm，缝内填充沥青。本道路防滑采用毛毡在道路硬化之前将路面拉毛。道路施工完成后做好养护工作，湿养不少于 14 天。经计算，本项目浇筑 C20 混凝土路面 3000 m^2。



照片 5.2-3 通板深沟道路破损（镜向 E）



照片 5.2-4 通板深沟道路破损（镜向 W）

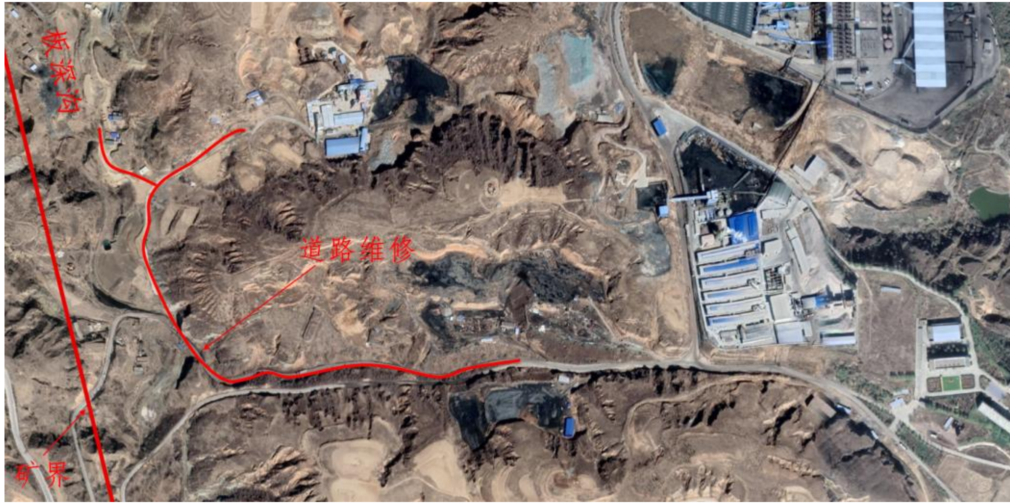


图 5.2-15　通板深沟道路（水泥路）维修

对通板深沟道路拟修复为水泥路，其中连接国道主路宽 8.00 m，长 800 m；分叉通村道路平均宽度 4.00 m，长 700 m；修复采用混凝土路面。应尽量利用原有道路系统，或在原有道路系统上改建，弯道处存在加宽。根据道路损毁程度和路面结构，设计采用原路面平整碾压、路基整平压实、垫层铺筑、基层铺筑、面层浇筑、伸缩缝切割、路面防滑、排水边沟等措施进行治理。

首先，道路原路面为素土路面，现状道路路面损毁严重，设计对损毁道路进行平整碾压，压实系数不小于 0.95；第二步，设计对原路基进行整平压实，压实深度按照 0.5 m 计算，经计算，路基土方压实 3000 m^3；第三步，对原有道路平整压实达到设计要求后，为保证道路温度和湿度稳定性，增加整体强度，减轻冻融对路面结构的影响，设计在路基上铺设 10 cm 级配碎石垫层，垫层宽度应比路面宽不小于 15 cm，经计算，本项目铺筑级配碎石垫层约 500 m^3；第四步，路面采用 C20 混凝土铺设，平均铺设宽度 4.0 m，铺设厚度 30 cm，路拱的横坡比设计为 2%。摊铺应做好振捣工作，当日浇筑完成做好施工缝处理。在路面强度达到 25%-30%时，按照 6 m 间距横向切割缩缝，缝宽 4-6 mm，深度 6 cm，缝内填充沥青。本项目浇筑 C20 混凝土路面 2000 m^3。

3）输变电线路维修

根据现状、预测评估结果，塌陷区内存在受影响民用输电线路。针对受影响的低压输电电线路采取扶正、拉索固定或移设等方法加固或维修，保障区内生产生活用电不受影响。根据预测计算分析，弘建煤矿受影响高压输电线路约 18.7 km，线塔 83 个（表 5.2-1），其中近期受采矿沉陷影响的高压输电线路长约 8.90

km，线塔 33 个（表 5.2-2），分别包括巨亨商砼北侧输电线路②、野大公路沿线输变电线路①与线路③、以及井田东西向输变电线路⑭及线路⑮（图 5.2-16）。对受影响的高压输变电线路线塔可采用底座加固的方式进行维修。

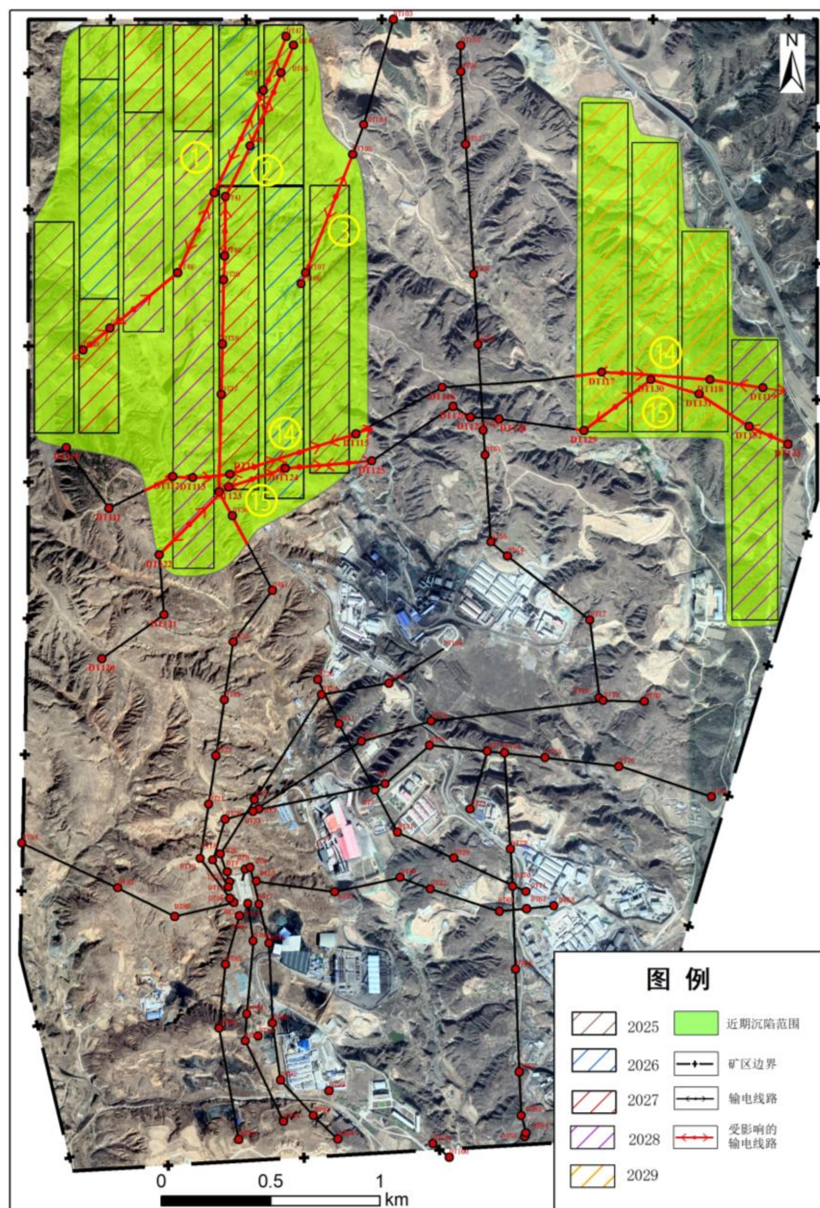


图 5.2-16　采煤沉陷影响到的输电线路（近期）

（3）综合管理

组织人员定期巡查地面沉陷以及开采新形成的采空区、采空区附近村庄、相关工矿企业、野大公路及周边的次生不稳定地质体失稳隐患。当遇到地质环境问题，及时汇报、及时处理。另外煤矿要建立地面巡查制度及巡查台账，人工巡查按照 2 人一组，每月至少巡查 1 次，并及时记录巡查结果。

表 5.2-1　采煤沉陷影响到的高压输变电线路线塔坐标（2000 坐标）

线塔编号	坐标（X）	坐标（Y）	线塔编号	坐标（X）	坐标（Y）
DT2			DT58		
DT4			DT60		
DT5			DT75		
DT6			DT76		
DT7			DT77		
DT8			DT78		
DT9			DT79		
DT10			DT80		
DT13			DT81		
DT14			DT82		
DT16			DT83		
DT17			DT102		
DT18			DT103		
DT19			DT104		
DT20			DT105		
DT21			DT106		
DT22			DT107		
DT28			DT110		
DT33			DT111		
DT34			DT112		
DT35			DT113		
DT37			DT114		
DT38			DT115		
DT39			DT116		
DT40			DT117		
DT41			DT118		
DT42			DT119		
DT43			DT120		
DT44			DT121		
DT45			DT122		
DT46			DT123		

DT47			DT124		
DT48			DT125		
DT49			DT126		
DT50			DT127		
DT51			DT128		
DT52			DT129		
DT53			DT130		
DT54			DT131		
DT55			DT132		
DT56			DT133		
DT57					

表 5.2-2 近期采煤沉陷影响到的高压输变电线路线塔坐标（2000 坐标）

电塔编号	坐标（X）	坐标（Y）	电塔编号	坐标（X）	坐标（Y）
DT2			DT58		
DT4			DT60		
DT5			DT75		
DT6			DT76		
DT7			DT77		
DT8			DT78		
DT9			DT79		
DT10			DT80		
DT13			DT81		
DT14			DT82		
DT16			DT83		
DT17			DT102		
DT18			DT103		
DT19			DT104		
DT20			DT105		
DT21			DT106		
DT22			DT107		
DT28			DT110		
DT33			DT111		
DT34			DT112		

DT35			DT113		
DT37			DT114		
DT38			DT115		
DT39			DT116		
DT40			DT117		
DT41			DT118		
DT42			DT119		
DT43			DT120		
DT44			DT121		
DT45			DT122		
DT46			DT123		
DT47			DT124		
DT48			DT125		
DT49			DT126		
DT50			DT127		
DT51			DT128		
DT52			DT129		
DT53			DT130		
DT54			DT131		
DT55			DT132		
DT56			DT133		
DT57					

2、中后期主要治理工程

煤矿中期开采形成采空区将引发地面沉陷，地面沉陷主要破坏为在地面形成地裂缝、错台、塌陷等，导致道路损毁。本节对地裂缝、塌陷等设计详见本章第三节土地复垦设计。矿井闭坑后，对工业场地井筒进行封闭。

（1）地面沉陷受损建构筑物治理

中后期治理工程主要为地面沉陷区受损道路、输电线路维修及村庄等地面设施的变形监测、巡查及维修维护，具体工程措施同近期相应工程。

（2）井筒封闭

矿井闭坑后，应对开采引发的地面沉陷及伴生裂缝进行治理，结合复垦工程进行；并对主斜井、副斜井及回风井进行封闭，斜井井筒封闭设计见图 5.2-17。

具体措施如下：

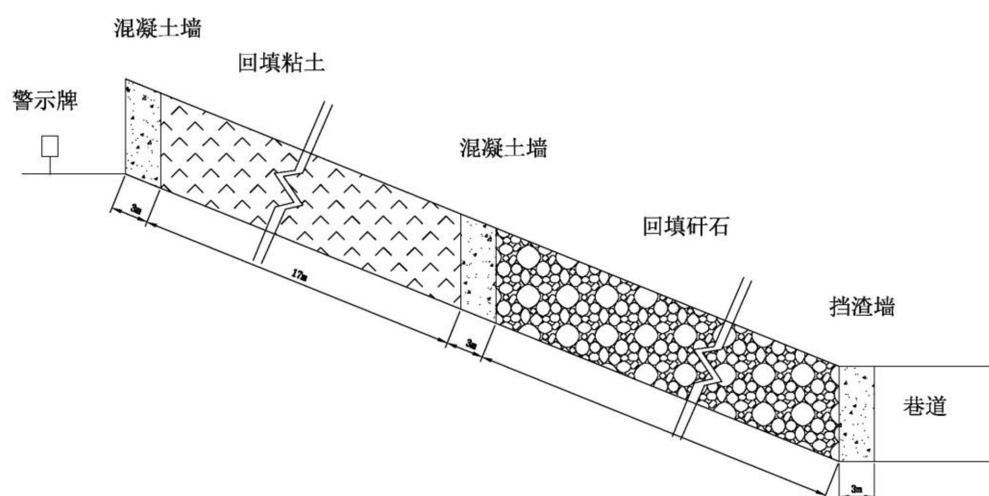


图 5.2-17　斜井井筒封闭设计大样图

1）井筒内巷道等支护井壁的所有设施不得拆除，与井筒联络的巷道预先施工好拦渣坝，拦渣坝采用砼浇灌，砼强度不低于 C25，墙体内加铁丝网和钢筋，墙体外缘要接帮接顶，墙顶厚 3 m，外侧墙体坡比 1：0.5；

2）向井筒内回填矸石，回填过程中夯实，填至井口 25 m 时，建一挡水墙，墙体采用砼浇灌，砼强度不低于 C25，内加铁丝网和钢筋，墙顶厚 6 m，外侧墙体坡比 1：0.5。然后回填粘土，夯实直至井口 3 m；

3）将沿井筒周边外扩 3 m 范围的土体全部剥离，剥离坑深略大于 3 m，剥离坑基底面要平整，不能有浮矸和蜂窝面，剥离坑四周要进行锚网喷支护，防止四周土体坍塌；

4）按“井”型在井口上铺设 30#钢轨 4 条，钢轨长度要比井筒断面直径长 4 m，然后再铺设 8 mm 钢板，盖住井口，钢板外缘离井口边沿不少于 2 m，钢板四角要用锚杆锚固拉紧；

5）向剥离坑内浇灌水泥，水泥型号高于 425#，每浇灌 0.4 m 时，要按 0.8 m 的间排距铺设一层钢筋成网状，水泥要一次性浇灌成功，水泥厚度为 2.2 m；

6）水泥浇灌完成后，定期进行养护，养护不低于 3 个月，3 个月以后，浇灌体上方覆盖 0.8 m 的土层，并在四周设置栅栏和警戒牌，以防止人员进入，栅栏内进行绿化；

7）井筒上方不准负载重物。

（3）综合管理

弘建煤矿应组织人员定期巡查不稳定斜坡 BP1-BP3、地面沉陷 CX 及中期开采新形成的沉陷区影响范围附近的道路、输电线路、村庄及企业等地面设施，遇到地质环境问题，及时汇报、及时处理。

（三）主要工程量

1、近期治理工程量

弘建煤矿近期矿山地质环境恢复治理工程量见表 5.2-3。

表 5.2-3 近期矿山地质环境恢复治理工程量估算表

编 号	项目名称	单 位	工程量
一	**不稳定斜坡 BP1、BP2 及 BP3**		
1	基础土方开挖	m^3	800
2	浆砌块石挡墙	m^3	1660
3	沥青板伸缩缝	m	120
4	排水沟（浆砌片石）	m^3	236
二	**道路维修**		
1	农村道路（素土路）修复	m^2	17000
2	水泥道路修复	m^2	16400
三	**输变电线路维修**		
1	输变电线路维修	m	8900
2	塔基加固	座	33
四	**人工巡查**		
1	定期巡查	次	120

2、中后期治理工程量

弘建煤矿中后期矿山地质环境恢复治理工程量见表 5.2-4。

表 5.2-4 中后期矿山地质环境恢复治理工程量估算表

编 号	项目名称	单 位	工程量
一	**道路维修**		
1	农村道路（素土路）修复	m^2	35000
2	水泥道路修复	m^2	9000
二	**输变电线路维修**		
1	输变电线路维修	m	9800
2	塔基加固	座	50

三	**人工巡查**		
1	定期巡查	次	672
四	**井筒封闭工程**		
1	挡渣墙	m^3	222
2	回填矸石	m^3	20448
3	挡水墙	m^3	357
4	回填粘土	m^3	716
5	井口剥离岩土	m^3	757
6	浇筑水泥	m^3	555
7	钢板面积	m^2	165
8	井口覆土	m^3	202

三、矿区土地复垦

（一）目标任务

1、总体目标任务

通过土地复垦的实施，恢复土地期望的利用价值，提高土地利用率、恢复土地的生产能力；

保护生态环境，建设一个生态矿区，增加耕地和绿地面积，美化矿区环境，提升生态环境质量。

2、具体目标任务

鉴于本矿对土地造成损毁的重复性，根据第三章地表沉陷的阶段性预测，第一、二时段开采造成的土地损毁后，实施简单的复垦措施，对地表沉陷造成的地表裂隙进行充填，防止因地表沉陷裂隙造成水土流失、生命安全等方面的危害，并实施必要的监测措施。待开采完毕，地表沉陷稳定后实施全面的土地复垦措施。

本方案复垦土地的面积为 1023.74 hm^2，土地复垦率 100%，矿区土地复垦规划图见附图 5。复垦前后地类结构变化主要表现体现在以下两个方面：

（1）耕地新增面积 18.80 hm^2，表现为工业场地不动产登记区复垦为旱地，工业场地非不动产登记区采矿用地需地类回退复垦至耕地；长方梁村废弃宅基地复垦为旱地；

（2）草地增加面积 2.76 hm^2，主要表现为对进场道路及通高位水池道路中的交通运输用地复垦为草地，以及对沉陷损毁的裸土地复垦为草地；伙赖沟新村东侧临时便道复垦为草地。

（二）工程设计与技术措施

1、土地复垦总体布局

（1）时间角度

由于地表沉陷过程中动态裂缝的形成，不利于耕地的保墒，水分和养分均随着裂缝宽度、深度而产生不同程度的流失。对于重复损毁区域，为提高复垦的经济效益，重点为裂缝进行填充，以及局部重度损毁区域的平整。

（2）空间角度

复垦区工程设计在对其土地损毁类型、损毁特点、原土地利用类型、拟复垦方向综合分析的基础上进行。根据复垦区复垦单元确定复垦工程设计的整体思路，复垦宗旨为在保证地形稳定的基础上，提高植被覆盖率。本项目对于重复损毁区域主要采取充填、土壤剥覆工程、土地平整工程，对于最终稳沉区域采用本方案提出的全部复垦技术措施。

2、耕地方向复垦单元工程设计与技术措施

沉陷区耕地复垦整治主要是根据采矿对土地所造成的损毁破坏情况，用土地平整、填充塌陷裂缝、完善配套设施等措施，对受到破坏的旱地，结合当地自然条件、土地利用专项规划、原有土地利用方式等进行整治和复垦。

（1）沉陷损毁耕地复垦单元工程设计与技术措施

旱地沉陷土地复垦单元实施工程复垦措施主要有：**土壤重构工程**（充填工程、土壤剥覆工程、土地平整、土壤培肥、土地翻耕）及**配套工程**。

1）土壤重构工程

Ⅰ、地表裂缝充填工程

① 小面积沉陷、裂缝地复垦工程设计

a、剥离沉陷区及裂缝地周围和需要削高垫底部位的耕作层土壤并就近堆放，剥离厚度为 0.3~0.4 m。需要平整的削高垫底部位可在地块范围内用目测确定。

b、在复垦场地附近上坡方向选定无毒害、无污染的黄土土源，用机械或人工挖方取土，用机动车或人力车装运至充填地点附近堆放。

c、由堆放点用机动车或手推车取土对沉陷区域或裂缝进行填充，在充填部位或削高垫低部位覆盖耕层土壤。对于还未稳定的沉陷区域，应略比周围田面高出 5.0~10.0 cm，待其稳定沉实后可与周围田面基本齐平。在充填裂缝距地表 1.0

m 左右时，每隔 0.3 m 左右分层应用木杠或夯石分层捣实，直至与地面平齐。

d、整修沉陷或裂缝区域损毁的田坎地棱等排灌设施，恢复原有的耕作条件。

② 大面积沉陷、裂缝地复垦工程设计

a、按照设计要求修筑施工及机械运行的道路。

b、如果复垦区耕层表土肥力明显优于地下黄土覆盖层，按照设计分区剥离耕层表土堆放在各垦区周边地带。耕层表土主要用铲车和运输车辆配合推土机施工，剥离厚度 0.3~0.4 m。

c、按照设计要求进行分区施工放样，一般采用施工方格网进行放样，待复垦区采取统一坐标系统，方格网距根据地形条件采用 20~50 m，网点坐标应统一编号并注明每一标桩的设计高度及挖填深度。

d、分区按照设计要求和该区的复垦方向进行平整土地。用铲车、推土机和运输车辆相配合，按标桩指示高度挖高填低。

e、充填沉陷区和裂缝。位于田面设计标高以下低洼处宽度 0.30 m 以上的大裂缝和沉陷区域应在平整土地之前充填；小于 0.30 m 的中小裂缝可在平整过程中充填；土地平整后显露出来的裂缝和沉陷区域则在平整土地后充填。宽度大于 0.30 m 的裂缝和沉陷区域在充填时应加设防渗层。防渗层厚度应大于 1.0 m，位于田面 0.5~1.0 m 以下，用粘土分三层以上捣实，使其干容重达到 1.40 t/m^3 以上。用于构筑防渗层的粘土，其渗透系数小于 0.001 m/d。

f、覆盖表土，人工配合铲车及运输车辆联合作业，使覆盖均匀。

裂缝充填设计示意图见图 5.3-1。

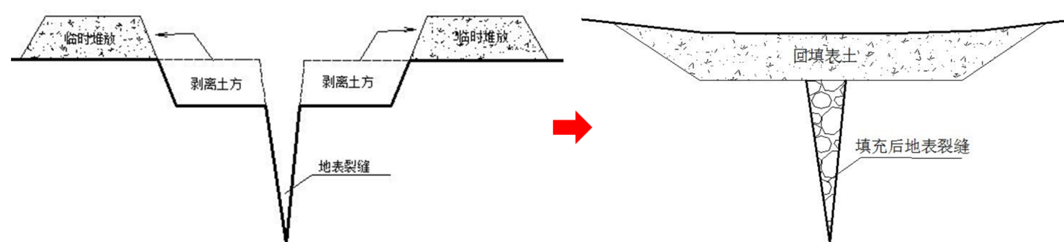


图 5.3-1 裂缝充填表土回覆过程示意图

Ⅱ、土壤剥覆工程

剥覆对象：本方案确定剥离的表土是耕作层的土壤，林地、草地的腐殖质层。

剥离区域：损毁土地裂缝的两侧。

覆盖区域：填充后的裂缝及剥离区域。

剥覆工艺：首先要把表层的熟化土壤按复垦利用方向及土方需要量剥离后，在裂缝两侧或一侧贮存并加以养护以保持其肥力，待裂缝填充后，再平铺于土地表面，使其充分、有效、科学的利用。

剥覆方式：人工剥离。

Ⅲ、土地平整工程

对于已稳定的、沉陷深度（裂缝深度）≤2.0 m、本身坡度不大的地块，其损毁程度不大，对农业生产的影响有限，因此采用机械或人工挖方取土，按照不同的机耕条件和灌排条件确定合适的标高和坡度，进行填挖平衡，使各地块的地面坡度保持在规定的标准。

Ⅳ、土壤培肥

为提高旱地的耕种质量，对旱地进行土壤培肥，与平整工程同时进行。

Ⅴ、土地翻耕

在春、秋两季采用双轮二铧犁、双轮单铧犁、机引多铧犁、中耕机和浅耕机等对土地进行深耕。

2）配套工程

Ⅰ、道路工程

本复垦单元实施的道路工程主要是田间道路和生产道路。田间道路是居民点到田间的道路，主要为货物运输、作业机械向田间转移等生产服务道路。生产道路是联系田间地块通往田间的道路。

① 布置原则

根据复垦区实际情况，田间道路和生产道路的修复或新建在依据现有路网的基础上适量的增加修直田间道路和生产道路。

② 设计规格

田间道路连接农村道路与耕作田块，设计可通行农用车，沉陷稳沉后对田间道路进行整修或新建。设计标准：夯填土厚 20 cm；砂石路基，路基厚度 15 cm，宽度 5.0 m；泥结碎石路面，路面厚度 15 cm，宽度 4.0 m。

生产路连接田块之间，设计可通行行人和农用工具，地表沉陷稳沉后对其进行整修或新建。设计标准：砂路基，路基厚度 15 cm，宽度 2.6 m；素土路面，

路面厚度 15 cm，宽度 2.0 m，道路路面应高出田面 30 cm。

田间道路及生产道路标准横断面图见图 5.3-2。

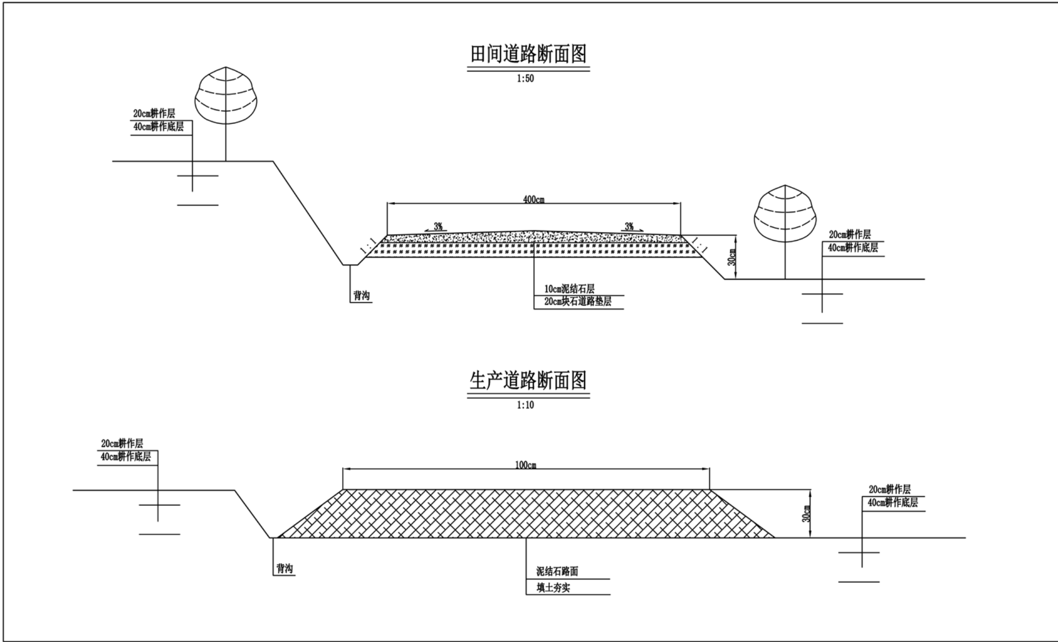


图 5.3-2　田间道路及生产道路标准横断面图

（2）工业场地（永久建设用地）、工业场地（临时压占采矿用地）新增旱地复垦单元工程设计与技术措施

工业场地（永久建设用地）、工业场地（临时压占采矿用地）复垦为旱地措施主要有：**土壤重构工程**（拆除与清理工程、土地翻耕、覆土、平整工程、田埂修筑、培肥）与**配套道路工程**。

1）土壤重构工程

Ⅰ、拆除与清理工程

经调查，采用机械方式拆除，需拆除的单位面积工程量约为 0.5 m^3/m^2。

废弃建筑拆除后，硬化地面需剥离，基础需挖除，采用挖掘机和推土机协同作业。据实地调查，工业场地等永久用地的路面一般为混凝土路面，平均厚度为 1 m，受开采影响的硬化地面和基础占地约为村庄迹地面积的 60%；建筑物基础一般为毛石条基，埋深小于 1.5 m；硬化地面结构一般为砂石地面和混凝土地面，厚度一般小于 15 cm。工业场地建筑物基本为钢筋混凝土结构，拆除采用机械拆除（图 5.3-3）。拆除后对场地实施清理，垃圾运至垃圾填埋场，可进行可回收物分拣、大件垃圾拆解处理、园林垃圾粉碎处理等。

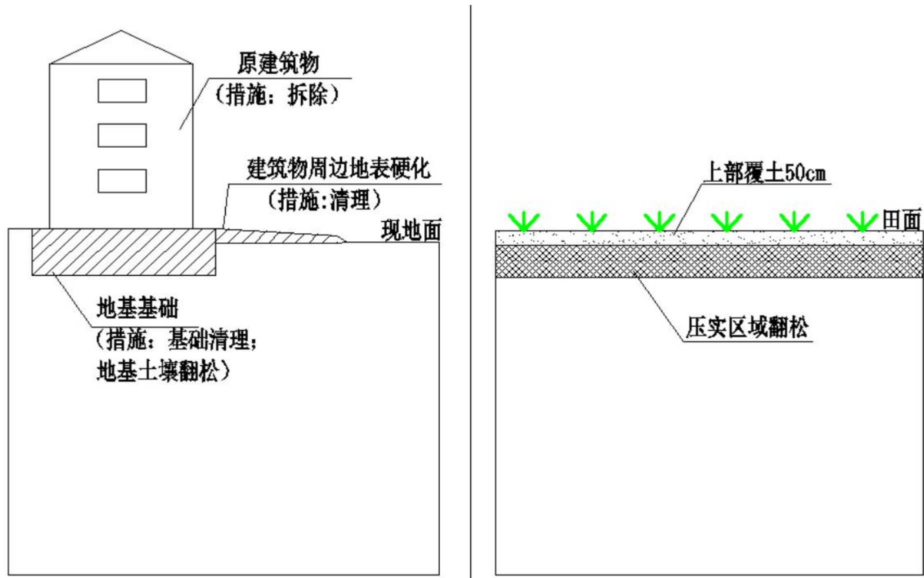


图 5.3-3　建筑物压占土地损毁复垦过程示意图

Ⅱ、平整工程

清理工程实施后，对场地进行简单的平整，消除地表附加坡度。

Ⅲ、土地翻耕、覆土

对工业场地坚硬、板结，重度加大的土壤，有机质、养分与水分缺乏的土壤进行翻土，将污染土壤深翻到土壤底层，以达到稀释的目的，有效地减少污染土壤对环境的影响。

在春、秋两季采用双轮二铧犁、双轮单铧犁、机引多铧犁、中耕机和浅耕机等对土地进行深耕。对工业场地进行覆土，厚度不少于 60 cm。

Ⅳ、田埂修筑

根据现场调查和沉陷预测，旱地损毁程度为轻度与中度，为保证耕种质量，需对旱地实施田面平整，在平整后修筑田埂，用于分界和蓄水。

① 施工方法

平整工程属于规模较大的土方工程，平整以机械施工为主，田埂修筑以人工为主。

② 施工工艺

田面平整前要根据原有地形设计好合理的地面标高，采取挖高填低的施工方案，平整后达到耕地复垦单元的复垦要求。

田埂修筑以人工为主，修筑田埂最好在原有位置修筑，田埂的高度和宽度按照现有田埂标准修筑。

Ⅴ、土壤培肥

在 0~20 cm 土层内，均匀撒施肥料，选用商品有机肥及化肥，改良土壤环境，增加土壤有机质含量，为土地产量打下基础。

2）植被恢复工程

依据当地的农作物适宜类型选择农作物品种，依据地方种植景观进行种植，实现复垦旱地的功能。

3、园地方向复垦单元工程设计与技术措施

本次复垦责任范围内园地均是受沉陷影响产生损毁的地类，故沉陷损毁园地复垦单元实施复垦措施主要有：**土壤重构工程**（充填工程、土壤剥覆工程、土地平整、土壤培肥、土地翻耕），**植被恢复工程**。

1）土壤重构工程

Ⅰ、地表裂缝充填工程

园地实施裂缝充填工程，在进行表土剥离时要考虑到周边树木和地面坡度，确定剥离表土的宽度，轻度损毁区：对受损的树木及时扶正树体，对于植物根系附近裂缝，采取就近取土直接充填、拍实，保证正常生长。在不影响植株正常生长的地区，裂缝处理方法同耕地区裂缝填充方法。其他参照旱地复垦单元标准。

Ⅱ、土壤剥覆工程、土地平整、土壤培肥、土地翻耕工程设计具体参照旱地方向沉陷土地复垦单元工程设计。

2）植被恢复工程

本复垦单元的植被恢复措施是对受损的园地进行补植或栽植。

对于受损园地应注意及时扶正树体，保证正常生长，并补植死亡的树木，轻度损毁按照完全复垦量的 20%补植，中度损毁按照完全复垦量的 40%补植。

果树的栽植时间可掌握在发芽前进行，即 3 月中上旬至 4 月初。栽植时注意，苗木直立穴中，保持根系舒展，分层覆土，覆土至距离地表标高 0.15 m 后灌透水，扶正苗木，最后覆土将坑填平并用脚踩实。

整地挖穴：一般在雨季末至翌年 3 月整地效果好。树坑大小为 60×60 cm，挖坑时将表土与心土分开堆放，挖好后将表土与腐熟的有机肥按 3:1 比例及少量化肥（每穴 100~150g）混匀回填 20 cm，在上部填 5~10 cm 素表土踩实，坑底中间呈现 5 cm 高土丘状。

4、林地方向复垦单元工程设计与复垦措施

（1）沉陷损毁林地复垦单元工程设计与复垦措施

沉陷损毁林地复垦单元复垦措施主要有：**土壤重构工程**（充填工程、土壤剥覆工程）与**植被恢复工程**。

1）土壤重构工程

Ⅰ、地表裂缝充填

对于轻度损毁区以自然恢复为主，对受损的树木及时扶正树体，填补裂缝，保证正常生长。对于中度及重度损毁区复垦工程设计同沉陷区旱地复垦单元工程设计一致。

Ⅱ、对于轻度损毁区以自然恢复为主，对于中度及重度损毁区土壤剥覆工程设计具体参照旱地方向沉陷土地复垦单元工程设计。

2）植物恢复工程

Ⅰ、树种选择

复垦区内林地按照损毁程度及实际情况进行不同比例的补种补植，轻度损毁按照完全复垦量的 20%，中度损毁按照完全复垦量的 40%，重损毁按照完全复垦量的 60%。根据矿区所处的地理位置及气候条件等因素，主要考虑种植适应能力强、根系发达、具有较高生长速度、播种种植较容易、成活率高的树种进行补植补造。植被类型可选择：樟子松、小叶杨、旱柳、新疆杨、紫穗槐、柠条。

Ⅱ、造林模式设计

乔木类樟子松种植规格见图 5.3-4，灌木类紫穗槐种植规格见图 5.3-5，造林技术指标参见表 5.3-1。

表 5.3-1　林地造林技术指标表

复垦区	树种	株行距（m）	整地方式	定植苗量（株/hm^2）
乔木林地	樟子松	2×3	穴状整地 80×80×80 cm	2500
灌木林地	紫穗槐	1×1	穴状整地 30×30×30 cm	10000

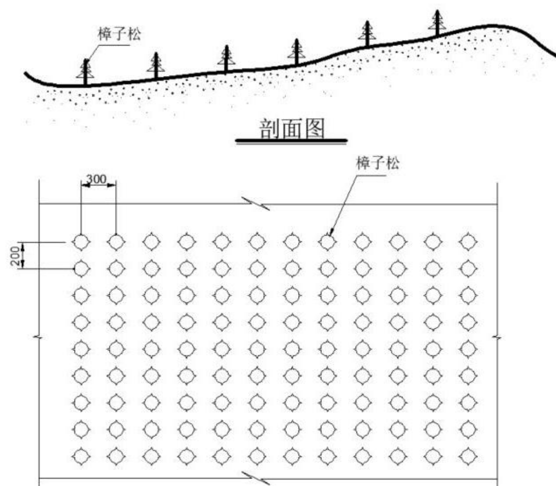


图 5.3-4 樟子松种植规格设计

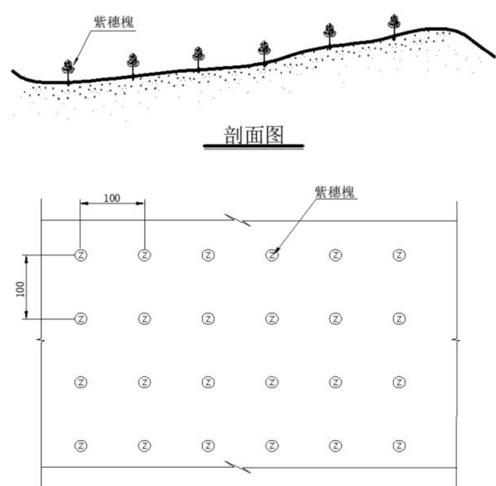


图 5.3-5 紫穗槐种植规格设计

Ⅲ、栽植方法

整地：植苗造林穴状整地。樟子松穴状整地规格为 80×80×80 cm，紫穗槐穴状整地规格为 30×30×30 cm。

栽植方法：宜早春季造林，栽植时保持根系湿润，减少风吹日晒。在整好的栽植穴内点入一瓢水后放入树苗，回填土至第一轮分枝，分两次踏实，做到根系舒展，熟土回坑，生土作埂。

（2）工业场地（临时压占乔木林地）复垦单元工程设计与复垦措施

工业场地（临时压占乔木林地）复垦单元复垦措施主要包括：**土壤重构工程**（拆除与清理工程、土地翻耕、覆土、平整工程、培肥）与**植被恢复工程**。

1）土壤重构工程

参照工业场地旱地复垦措施。

2）植被恢复工程

复垦区内乔木林地按照损毁程度及实际情况进行不同比例的补种补植，轻度损毁按照完全复垦量的 20%，中度损毁按照完全复垦量的 40%，重损毁按照完全复垦量的 60%。根据矿区所处的地理位置及气候条件等因素，植被类型可选择：樟子松或小叶杨。造林技术指标参见表 5.3-2。

表 5.3-2 林地造林技术指标表

复垦区	树种	株行距（m）	整地方式	定植苗量（株/hm²）
乔木林地	樟子松	2×3	穴状整地 80×80×80 cm	2500
	小叶杨	2×3	穴状整地 60×60×60 cm	2500

5、草地方向复垦单元工程设计与复垦措施

（1）沉陷损毁草地复垦单元工程设计及复垦措施

沉陷损毁草地复垦单元复垦措施主要有：**土壤重构工程**（充填工程、土壤剥覆工程），**植被恢复工程**。

1）土壤重构工程

Ⅰ、地表裂缝充填

草地实施裂缝充填工程，在进行表土剥离时要考虑到地面坡度，确定剥离表土的宽度，轻度、中度损毁草地区：进行裂缝填充，充填方式见耕地裂缝处理方法，充填过程中尽量不扰动具有植被覆盖的地段。其他参照沉陷损毁旱地复垦单元标准。

Ⅱ、土壤剥覆工程、土地翻耕工程设计具体参照旱地方向沉陷土地复垦单元工程设计。

2）植被恢复工程

Ⅰ、草种选择

复垦责任范围内草地 577.79 hm^2，草地进行人工补播，选用草籽为紫花苜蓿进行播种，比例为 1:1。

Ⅱ、种植方法

草种按每隔 5.0 m 宽的带状交替进行撒播，栽植技术指标参见表 5.3-3。

表 5.3-3　人工牧草地种植技术指标

草籽	播深（cm）	种植方式	种子规格	播种周期	需苗量（kg/hm^2）
紫花苜蓿	2.0	撒播	一级种	雨季播种	10

（2）沉陷损毁裸土地复垦草地工程设计与复垦措施

本方案设计对沉陷损毁的裸土地复垦为其他草地，其措施包括土壤重构工程及植被恢复工程。

1）土壤重构工程

Ⅰ、地表裂缝充填

损毁裸土地实施裂缝充填工程，在进行表土剥离时要考虑地面坡度，确定剥离表土的宽度，轻度、中度损毁地区：进行裂缝填充，充填方式见耕地裂缝处理方法，充填过程中尽量不扰动具有植被覆盖的地段。其他参照沉陷损毁旱地复垦

单元标准。

Ⅱ、土壤剥覆工程、土地平整、土壤培肥工程设计具体参照旱地复垦方向沉陷土地复垦单元工程设计。

2）植被恢复工程

为改良塌陷区裸土地，需对其进行人工补播，该区域撒播草籽标准为 30 kg/hm^2。选用草籽为常见地被植物紫花苜蓿、白三叶。

（3）高位水池（永久建设用地）、工业场地（临时压占天然牧草地）、进场道路及通高位水池道路复垦为草地工程设计与复垦措施

本方案设计对高位水池（永久建设用地）、工业场地（临时压占天然牧草地）、进场道路（临时压占天然牧草地）复垦为天然牧草地，对进场道路其他区域及通高位水池道路复垦为其他草地，其措施包括**土壤重构工程**（拆除与清理工程、土壤剥覆工程、土壤翻耕工程、培肥）与**植被恢复工程。**

1）土壤重构工程

Ⅰ、充填工程

参照工业场地复垦为旱地工程设计，草地不宜大开大挖，破坏环境和已形成的植被，拟采用自然恢复为主、人工为辅的方式，仅对中度及重度损毁裂缝进行充填。

Ⅱ、土壤剥覆工程、土地翻耕工程及培肥设计具体参照工业场地复垦为旱地工程设计。

2）植被恢复工程

为改良永久建设用地及临时压占损毁的草地，需对其进行人工补播，按照重度损毁区标准进行撒播，该区域撒播草籽标准为 30 kg/hm^2。选用草籽为常见地被植物紫花苜蓿、白三叶。

6、长方梁村废弃宅基地复垦单元工程设计与复垦措施

针对长方梁村废弃宅基地复垦单元工程设计，应将宅基地上的废弃建筑物拆除、挖除地基、剥离硬化地面，对场地进行平整及土地翻耕（图 5.3-6）。长方梁村废弃宅基地复垦工程措施有**土壤重构工程**（拆除与清理工程、土地翻耕、覆土、平整工程、田埂修筑、培肥）与**植被恢复工程**。

1）土壤重构工程

土壤重构工程设计参考前述工业场地复垦为旱地措施设计。

2）植被恢复工程

依据当地的农作物适宜类型选择农作物品种，依据地方种植景观进行种植，实现复垦旱地的功能。

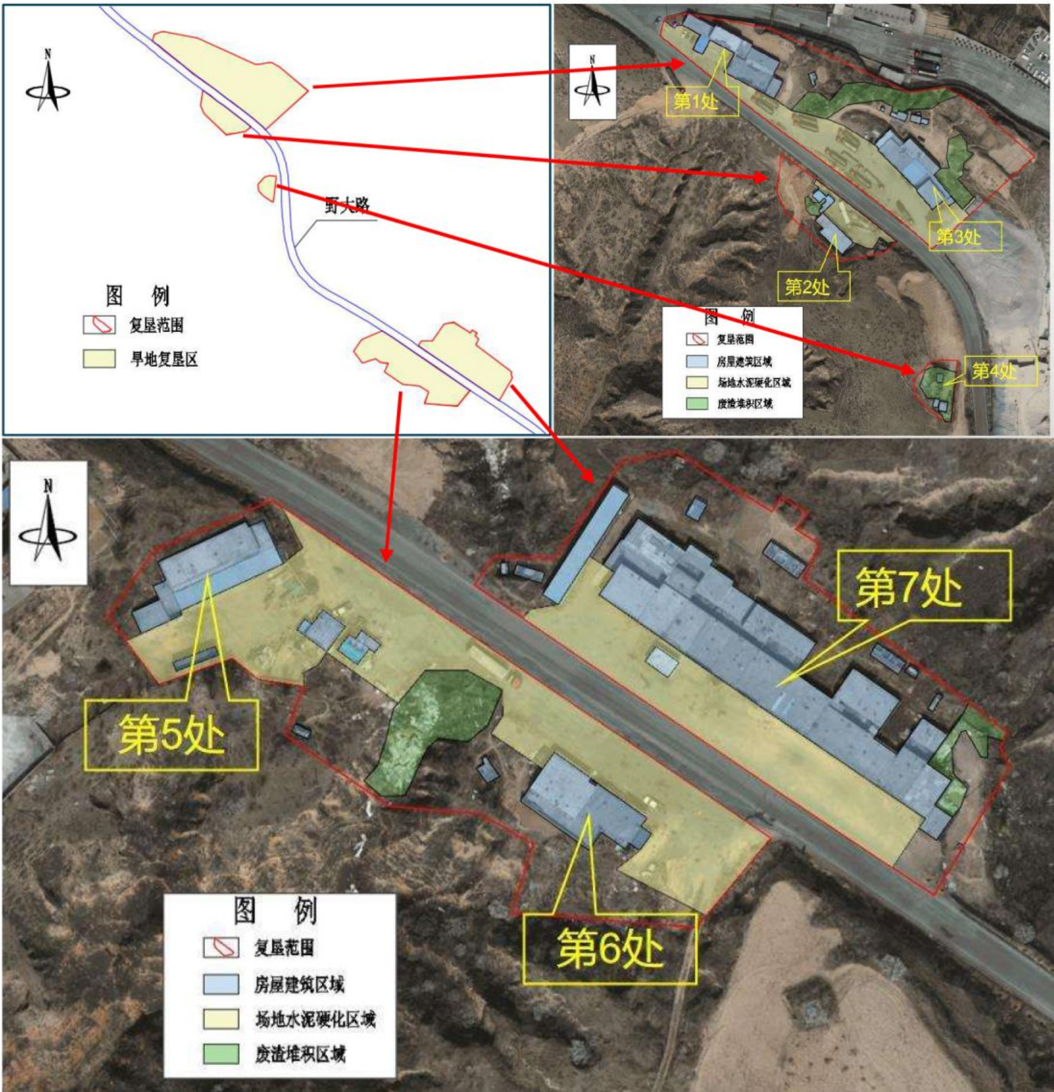


图 5.3-6 长方梁村废弃宅基地复垦单元位置及设计

7、伙赖沟新村东侧临时便道复垦单元工程设计与复垦措施

本方案设计对伙赖沟新村东侧临时便道进行拆除后复垦为其他草地（图5.3-7），其措施包括**土壤重构工程**（拆除与清理工程、土地剥覆工程、土壤翻耕工程、培肥）与**植被恢复工程**。

1）土壤重构工程

Ⅰ、拆除与清理工程

对路面工程实施拆除清理，清理物运至指定位置进行处理。

Ⅱ、土壤剥覆工程、土地翻耕工程及培肥设计具体参照工业场地复垦为旱地工程设计。

2）植被恢复工程

为改良路面工程所占区域环境，需对复垦后的土地进行人工补播，按照重度损毁区标准进行撒播，该区域撒播草籽标准为 30 kg/hm^2。选用草籽为常见地被植物紫花苜蓿、白三叶。



图 5.3-7　伙赖沟新村东侧临时便道复垦单元位置

（三）主要工程量

1、主要工程量测算方法

（1）充填工程工程量测算

不同类型强度的裂缝，其充填土方的工程量亦不同。设沉陷裂缝宽度为 a（单位：m），则地表沉陷裂缝的可见深度 W 可按下列经验公式计算：

$$W = 10\sqrt{a}$$

设塌陷裂缝的间距为 C，每亩的裂缝系数为 n，则每亩面积塌陷裂缝的长度 U（单位：m）可按下列经验公式计算：

$$U = \frac{1000}{C} n$$

设每亩沉陷地裂缝的充填土方量为 V（m^3），则 V 可按如下经验公式计算：

$$V=\frac{1}{2}aUW$$

根据煤矿周边煤矿现场调查及当地土地复垦经验，确定各损毁程度的地裂缝技术参数见表 5.3-4 和表 5.3-5。

表 5.3-4　不同损毁程度裂缝技术参数表

损毁程度	裂缝宽度 a (m)	裂缝间距 C (m)	每亩裂缝条数 n (条)	裂缝深度 W (m)	每亩裂缝长度 U (m)	每公顷裂缝长度 U (m)
轻度	0.10	40	1	3.16	25.00	375.00
中度	0.20	30	2	4.47	66.66	999.99
重度	0.40	20	3	6.32	150.00	2250.00

表 5.3-5　不同损毁程度裂缝充填土方量

损毁程度	每亩沉陷地裂缝土方充填量 V (m^3)	每公顷沉陷地裂缝土方充填量 V (m^3)
轻度	3.91	58.69
中度	29.80	447.00
重度	189.60	2844.00

（2）土壤剥覆工程工程量测算

裂缝填充前进行土壤剥离，剥离土方量为剥离面积与剥离厚度的乘积，裂缝充填后进行表土回覆，表土回覆量与表土剥离量相同。

设剥离表土量为 $V_{剥}$（m^3），每公顷地裂缝长度为 U（m），剥覆表土厚度为 h（m），每侧剥离宽度为 d（m），则每公顷损毁土地剥覆土方量 $V_{剥}$的计算公式如下：

$$V_{剥/覆}=2\bullet U\bullet h\bullet d$$

根据各损毁程度的地裂缝长度及剥离宽度确定土壤剥覆土方量，具体见表 5.3-6。

表 5.3-6　不同损毁程度土壤剥覆工程量测算表

损毁程度	每公顷地裂缝长度 U (m)	剥离厚度 h (m)	每侧剥覆宽度 d (m)	每公顷剥离土方总量 $V_{剥}$ (m^3)	每公顷覆土土方总量 $V_{剥}$ (m^3)
轻度	300.00	0.50	0.50	150.00	150.00
中度	1000.01	0.50	0.60	600.00	600.00
重度	2250.00	0.50	0.80	1800.00	1800.00

（3）平整工程工程量测算

平整土地主要是为了消除地表沉陷引起的附加坡度，同时消除地表原有坡度，使之尽量水平，提高耕地和园地的耕种标准。轻度区和中度区的附加坡度（α）分别按照 1° 和 2° 计算，同时原有地面坡度平均按照 3° 计算。根据沉陷区不同损毁程度产生倾斜的附加坡度平均值及原始坡度，平整每公顷土地土方量 V_1（单位：m^3/hm^2）可按照以下经验公式计算：

$$V_1 = 5000 \tan \alpha$$

经计算，不同损毁程度每公顷沉陷地平整工程工程量见表 5.3-7。

表 5.3-7　不同损毁程度平整土地工程量

损毁程度	平均平整坡度（α）	平整每公顷土地平整量（m^3）
轻度	4	349.63
中度	5	437.44
重度	6	525.92

（4）土壤培肥

为提高旱地的耕种质量以及园地质量，对旱地和园地进行土壤培肥，与平整工程同时进行。根据本煤矿境内相似农用地调查和对当地农民咨询，适宜当地农作物高产的商品有机肥施入量为 3000 kg/hm²，增施无机肥 450 kg/hm²。

（5）道路工程

本复垦单元实施的道路工程主要是田间道路和生产道路。根据复垦区实际情况，田间道路和生产道路参照旱地复垦方向设计。田间路每 hm² 按 0.1 km 布置计算，生产路每 hm² 按 0.2 km 布置计算。

（6）植被恢复工程

复垦区内灌木林地按照损毁程度及实际情况进行不同比例的补种补植，轻度损毁按照完全复垦量的 20%，中度损毁按照完全复垦量的 40%，重度损毁按照完全复垦量的 60%。复垦区内草地依据不同损毁形式进行草籽撒播，压占损毁类占地及沉陷损毁类土地复垦为草地时，撒播种植按 10 kg/hm² 标准实施。裸土地复垦为草地时，撒播种植按 30 kg/hm² 标准实施。

2、复垦工程量

（1）沉陷区复垦单元工程量测算

土壤重构工程（充填工程、土壤剥覆工程、土地平整、土壤培肥、土地翻耕）。

1）裂缝充填工程量

近期裂缝充填 **9.89** 万 m^3，具体见表 5.3-8。

表 5.3-8　近期裂缝充填工程量表

治理区域	损毁程度	面积（hm^2）	每公顷土方充填量（m^3/hm^2）	充填裂缝土方石量（万 m^3）
已沉陷未治理区域	轻度	217.22	58.69	1.27
	中度	135.52	447.00	6.06
近期沉陷区	轻度	436.85	58.69	2.56
合计	—	789.59	—	**9.89**

中后期裂缝充填 **17.94** 万 m^3，具体见表 5.3-9。

表 5.3-9　中期裂缝充填工程量表

治理区域	损毁程度	面积（hm^2）	每公顷土方剥覆量（m^3/hm^2）	裂缝区剥覆量（万 m^3）
已沉陷未治理区域	轻度	217.22	150	3.26
	中度	135.52	600	8.13
近期沉陷区	轻度	436.85	150	6.55
合计	—	789.59	—	**17.94**

2）土壤剥覆工程

表土剥离为裂隙填充时两侧表土的土，依据损毁程度，两侧分别剥离 0.4~0.8 m 不等，剥离厚度为 0.60 m。近期裂缝区表土剥覆工程量及中期裂缝剥覆工程量见表 5.3-10~5.3-11。

表 5.3-10　近期裂缝区表土剥覆工程量表

治理区域	损毁程度	面积（hm^2）	每公顷土方剥覆量（m^3/hm^2）	裂缝区剥覆量（万 m^3）
已沉陷未治理区域	轻度	217.22	150	3.26
	中度	135.52	600	8.13
近期沉陷区	轻度	436.85	150	6.55
合计	—	789.59	—	**17.94**

表 5.3-11　中期裂缝区表土剥覆工程量表

治理区域	损毁程度	面积（hm^2）	每公顷土方剥覆量（m^3/hm^2）	裂缝区剥覆量（万 m^3）
中期沉陷区	轻度	445.82	150	6.68
	中度	63.68	600	3.82
合计	—	509.50	—	**10.50**

3）土壤平整工程

近期土地平整工程量见表 5.3-12，中期土地平整工程量见表 5.3-13。

表 5.3-12　近期土地平整工程量表

治理区域	损毁程度	一级地类	二级地类	面积（hm^2）	单位公顷整地量（m^3）	平整量（万 m^3）
已沉陷未治理区域	轻度	耕地	旱地	49.75	349.63	1.74
		园地	果园	4.05	349.63	0.14
	中度	耕地	旱地	23.12	437.44	1.01
		园地	果园	0.42	437.44	0.02
近期沉陷区	轻度	耕地	旱地	76.90	349.63	2.69
		园地	果园	7.55	349.63	0.26
合计	—	—	—	161.79	—	**5.86**

表 5.3-13 中期土地平整工程量表

治理区域	损毁程度	一级地类	二级地类	面积（hm^2）	单位公顷整地量（m^3）	平整量（万 m^3）
中期沉陷区	轻度	耕地	旱地	68.64	349.63	2.40
		园地	果园	0.19	349.63	0.007
	中度	耕地	旱地	10.04	437.44	0.44
		园地	果园	0.96	437.44	0.04
合计	—	—	—	79.83	—	**2.887**

4）土壤培肥

近期土地培肥工程量见表 5.3-14，中期土地培肥工程量见表 5.3-15。

表 5.3-14　近期土地培肥工程量表

治理区域	损毁程度	一级地类	二级地类	面积（hm^2）	有机肥（kg）	无机肥（kg）
已沉陷未治理区域	轻度	耕地	旱地	49.75	149250	22387.5
		园地	果园	4.05	12150	1822.5
	中度	耕地	旱地	23.12	69360	10404
		园地	果园	0.42	1260	189
近期沉陷区	轻度	耕地	旱地	76.90	230700	34605
		园地	果园	7.55	22650	3398
合计	—	—	—	161.79	**485370**	**72806**

表 5.3-15　中期土地培肥工程量表

治理区域	损毁程度	一级地类	二级地类	面积（hm^2）	有机肥（kg）	无机肥（kg）
中期沉陷区	轻度	耕地	旱地	68.64	205920	30888
		园地	果园	0.19	570	86
	中度	耕地	旱地	10.04	30120	4518
		园地	果园	0.96	2880	432
合计	—	—	—	79.83	**239490**	**35924**

5）道路工程

道路工程主要为耕地中的田间道路和生产道路。根据沉陷区耕地数量，确定新修或修复田间道路和生产道路，近期耕地复垦道路工程量见表 5.3-16，中期沉陷区耕地复垦道路工程量见表 5.3-17。

表 5.3-16　近期沉陷区耕地复垦道路工程量表

复垦阶段	道路类型	道路长度（m）	工程措施	一级地类	每延米工程量（m^2）	工程量（万 m^2）
近期	田间路	14977	泥结碎石路面	耕地	4.15	6.22
			砂路基		4.45	6.66
			路床压实		4.80	7.19
	生产路	29957	素土路面		2.15	6.44
			路床压实		2.75	8.24
合计	—	44931	—	—	—	**34.75**

表 5.3-17　中期沉陷区耕地复垦道路工程量表

复垦阶段	道路类型	道路长度（m）	工程措施	一级地类	每延米工程量（m^2）	工程量（万 m^2）
中期	田间路	7983	泥结碎石路面	耕地	4.15	3.31
			砂路基		4.45	3.55
			路床压实		4.80	3.83
	生产路	15966	素土路面		2.15	3.43
			路床压实		2.75	4.39
合计	—	23949	—	—	—	**18.51**

6）植被恢复工程

近期沉陷损毁土地复垦植被恢复工程量见表 5.3-18，中期沉陷损毁土地复垦

植被恢复工程量见表 5.3-19。

（2）压占复垦单元及地面工程废弃复垦工程量测算

工业场地、进场道路场外部分、高位水池及通高位水池道路、长方梁村废弃宅基地及伙赖沟新村东侧临时便道复垦单元主要复垦方向包括旱地、林地及草地。其复垦措施主要有拆除、清理工程、平整工程、土地翻耕、土壤培肥、植被恢复等，其工程量计算见表 5.3-20。

表 5.3-18 近期植被恢复工程量表

治理阶段	损毁程度	一级地类		二级地类		面积（hm²）	植被措施	树种	植播方式	单位面积数量（株/hm²）（草籽 kg/ hm²）	补植比例	工程量（株）(草籽 kg)
近期已沉陷未治理	轻度	02	园地	0201	果园	4.05	栽植	山杏	穴状整地	2500	0.2	**2025**
		03	林地	0301	乔木林地	14.63	栽植	樟子松	穴状整地	2500	0.2	**7315**
				0305	灌木林地	2.18	栽植	紫穗槐	穴状整地	10000	0.2	**4360**
				0307	其他林地	2.14	栽植	紫穗槐	穴状整地	10000	0.2	**4280**
		04	草地	0401	天然牧草地	107.90	撒播	紫花苜蓿	撒播	10	0.2	**215.8**
				0404	其他草地	9.13	撒播	紫花苜蓿	撒播	10	0.2	**18.26**
		12	其他土地	1206	裸土地	0.86	撒播	紫花苜蓿	撒播	30	1	**25.8**
	中度	02	园地	0201	果园	0.42	栽植	山杏	穴状整地	2500	0.4	**420**
		03	林地	0301	乔木林地	6.14	栽植	樟子松	穴状整地	2500	0.4	**6140**
				0305	灌木林地	7.51	栽植	紫穗槐	穴状整地	10000	0.4	**30040**
				0307	其他林地	7.10	栽植	紫穗槐	穴状整地	10000	0.4	**28400**
		04	草地	0401	天然牧草地	69.84	撒播	紫花苜蓿	撒播	10	0.4	**279.36**
				0404	其他草地	16.92	撒播	紫花苜蓿	撒播	10	0.4	**67.68**
近期拟沉陷	轻度	02	园地	0201	果园	7.55	栽植	山杏	穴状整地	2500	0.2	**3775**
		03	林地	0301	乔木林地	23.49	栽植	樟子松	穴状整地	2500	0.2	**11745**
				0305	灌木林地	20.74	栽植	紫穗槐	穴状整地	10000	0.2	**41480**
				0307	其他林地	11.57	栽植	紫穗槐	穴状整地	10000	0.2	**23140**
		04	草地	0401	天然牧草地	207.38	撒播	紫花苜蓿	撒播	10	0.2	**415**
				0404	其他草地	50.32	撒播	紫花苜蓿	撒播	10	0.2	**101**
		12	其他土地	1206	裸土地	1.86	撒播	紫花苜蓿	撒播	30	1	**56**

表 5.3-19　中期植被恢复工程量表

治理阶段	损毁程度	一级地类		二级地类		面积（hm^2）	植被措施	树种	植播方式	单位面积数量（株/hm^2）（草籽 kg/ hm^2）	补植比例	工程量（株）(草籽 kg)
中后期拟沉陷	轻度	02	园地	0201	果园	0.19	栽植	山杏	穴状整地	2500	0.2	**95**
		03	林地	0301	乔木林地	19.68	栽植	樟子松	穴状整地	2500	0.2	**9840**
				0305	灌木林地	29.56	栽植	紫穗槐	穴状整地	10000	0.2	**59120**
				0307	其他林地	11.32	栽植	紫穗槐	穴状整地	10000	0.2	**22640**
		04	草地	0401	天然牧草地	230.65	撒播	紫花苜蓿	撒播	10	0.2	**461**
				0404	其他草地	22.74	撒播	紫花苜蓿	撒播	10	0.2	**45**
		12	其他土地	1206	裸土地	0.16	撒播	紫花苜蓿	撒播	30	1	**5**
	中度	02	园地	0201	果园	0.96	栽植	山杏	穴状整地	2500	0.4	**960**
		03	林地	0301	乔木林地	6.51	栽植	樟子松	穴状整地	2500	0.4	**6510**
				0305	灌木林地	0.50	栽植	紫穗槐	穴状整地	10000	0.4	**2000**
				0307	其他林地	0.40	栽植	紫穗槐	穴状整地	10000	0.4	**1600**
		04	草地	0401	天然牧草地	39.78	撒播	紫花苜蓿	撒播	10	0.4	**159**
				0404	其他草地	3.31	撒播	紫花苜蓿	撒播	10	0.4	**13**

表 5.3-20　永久建设用地、压占损毁土地及地面工程废弃损毁土地复垦单元复垦工程量表

名称（复垦单元）	复垦后地类	面积（hm^2）	土壤重构工程							植被恢复工程			配套道路工程		
			拆除工程	土壤翻耕	覆土	平整工程	田埂修筑	土壤培肥（kg/hm^2）		樟子松	紫穗槐	紫花苜蓿	泥结碎石路面	砂路基	路床压实
			m^3	hm^2	m^3	m^3	m^3	有机肥	无机肥	株	株	kg	m^2	m^2	m^2
主工业场地不动产登记区	旱地	6.35	31750	6.35	11430	3339.60	952.5	19050	2857.50	0	0	0	2635.25	2825.75	3048
生活福利区不动产登记区	旱地	0.51	2550	0.51	918	268.22	76.5	1530	229.5	0	0	0	211.65	226.95	244.8
排矸场不动产登记区	旱地	0.20	1000	0.20	360	105.18	30	600	90	0	0	0	83	89	96
高位水池不动产登记区	天然牧草地	0.07	350	0.07	126	36.81	0	210	31.5	0	0	2.1	0	0	0
工业场地非不动产登记范围①	乔木林地	0.01	50	0.01	18	5.26	0	30	4.5	15	0	0	0	0	0
工业场地非不动产登记范围②	天然牧草地	0.08	400	0.08	144	42.07	0	240	36	0	0	2.4	0	0	0
工业场地非不动产登记范围③	旱地	11.74	58700	11.74	21132	3174.30	1761	35220	5283	0	0	0	4872.1	5224.3	5635.2
进场道路场外部分①	天然牧草地	0.06	300	0.06	108	31.56	0	1800	27	0	0	1.8	0	0	0
进场道路场外部分②	其他草地	0.03	150	0.03	54	15.78	0	90	13.5	0	0	0.9	0	0	0
进场道路场外部分③	其他草地	0.24	1200	0.24	432	126.22	0	720	108	0	0	7.2	0	0	0
通高位水池道路①	其他草地	0.14	700	0.14	252	73.63	0	420	63	0	0	4.2	0	0	0
通高位水池道路②	其他草地	0.01	50	0.01	18	5.26	0	30	4.5	0	0	0.3	0	0	0
长方梁村废弃宅基地	旱地	2.66	13300	2.66	4788	1398.95	399	7980	1197	0	0	0	1103.90	1183.70	1276.80
伙赖沟新村东侧临时道路	其他草地	0.20	1000	0.20	360	105.18	0	600	90	0	0	6	0	0	0
合计		22.3	111500	22.3	40140	8728.02	3219	68520	10035	15	0	24.9	8905.9	9549.7	10300.8

四、含水层破坏修复

（一）目标任务

现状及预测评估认为煤矿开采后可使裂隙水进入煤层坑道系统，破坏其含水层结构，对含水层影响严重，且造成该段地下裂隙承压水地下水位下降。对其上含水层影响较轻。本方案针对破坏的含水层提出的措施主要为避免和减缓煤层开采后形成的导水裂隙对各含水层结构的破坏，减少地下水漏失量，对含水层的恢复治理工程以监测为主，保障其自然恢复。此外，矿山地质环境监测应与《陕西省矿山地质环境监测规划》要求衔接，以自动化监测为主。

（二）工程措施

考虑到含水层自身的特性，本方案不分近期、中后期，主要以自然恢复为主。生产过程中加强对地下各含水层水位监测工作，发现含水层破坏的，应及时调整开采方法和开采方案，采取限高、限采的方式确保含水层受到较轻影响，保证水资源不漏失、水质不受影响。同时，制定供水应急方案，发现地下水位下降，及时解决因采煤导致居民生产、生活用水困难问题。

根据矿山地质环境恢复治理工程，开采之前，提前进行植被的恢复，大力开展绿化工程，通过大规模植树种草的方式，扩大矿井内植被覆盖面积，增加植被密度，起到减少蒸发量，涵养水源的作用。采后及时进行复垦，将开采沉陷对含水层的破坏降到最低。

五、水土环境防护

（一）目标任务

矿山的建设和生产可能造成地表土体和水资源环境质量降低，使得区域生态环境趋于恶化。矿区水土环境防治的实施，可有效控制因煤矿生产可能引起的水土环境质量降低。在矿区水土环境质量现状和水土环境质量预测评价的基础上，提出的水土环境防护措施主要是为了减缓煤层开采后地面沉陷对土壤理化性质的破坏，减轻地表水体质量的影响。

（二）工程措施

本方案针对水土环境保护所涉及的治理措施不分近期、中期及后期，

煤矿应加强对沉陷区土壤定期进行有机物等项目的监测和人工巡查，发现异常，加密观测，并确定影响范围，及时通过生物、化学、物理等联合修复方式进行土壤置换、改良，减缓对土壤理化性质的破坏。

同时应建立水环境巡查小组及制度，加强对工业场地、采区及整个矿区水体环境质量的巡查，发现异常尽快上报处理。

围绕矿区水土环境质量，建立监测点网，定期专人对其进行监测，确保矿区水土环境质量稳定。

六、矿山地质环境监测

地质环境监测是以维护良好的地质环境为出发点，降低和避免不稳定地质体失稳、含水层破坏、地形地貌景观破坏、水土环境质量降低等矿山地质环境问题的出现，运用多种手段和办法，对地质环境问题成因、数量、规模、范围和影响程度进行监测，是准确掌握煤矿地质环境动态变化及防治措施效果的重要手段和基础性工作，是本方案的重要组成部分。开展地质环境监测对于贯彻相关法律、法规，搞好地质环境管理工作具有十分重要的意义。

煤矿生产过程中产生的主要地质环境问题为：地面沉陷及伴生地裂缝等不稳定地质体，含水层、地形地貌景观和水土环境的影响和破坏。因此，矿山地质环境监测包括不稳定地质体、含水层、地形地貌景观、水土环境质量监测。监测工作由弘建煤矿负责并组织实施，加强对本方案实施的组织管理和行政管理，自然资源管理部门负责监督管理。

（一）目标任务

1、监测目标

（1）不稳定地质体

根据工作面布置，在井下回采的同时，对位于开采区内和保护煤柱边界处的重要建（构）筑物部署专门的监测点进行监测，随时掌握建（构）筑物的受影响程度，当出现异常情况时，对遭到损坏的地面建（构）筑物及时进行加固、维修，及时组织受威胁人员安全转移，及时调整井下回采方案，确保人民生命财产和重要建（构）筑物的安全。

（2）含水层

根据工作面布置，在井下回采的同时，采用自动化监测手段，选取评估区内水井、矿区内监测井，监测评估区内的已有采空区、未来采区的第四系潜水、延安组承压水含水层。随时掌握水井水位、水质变化，当出现异常情况时，及时调整井下回采方案或其他措施，减缓对含水层的影响。

（3）地形地貌景观

利用卫星遥感影像资料结合无人机巡查的方式，通过数据解译定量和无人机定性分析掌握煤矿生产引发地面沉陷、崩塌、滑坡等次生不稳定地质体对地形地貌景观产生影响或破坏，分析矿山地质环境总体变化趋势。

（4）水土环境

根据工业场地污废水管理方法及位置，选取矿井水处理站、生产生活污水处理站监测水体流量、水位，当出现异常情况时，及时调整污废水回用方案或其他措施，减缓对地表水的影响。

根据工作面布置，在井下回采的同时，选取沉陷区和工业场地附近土壤受影响区，通过采样送检，监测土壤环境质量受影响的程度、质量低土壤的恢复进展。

2、监测任务

（1）不稳定地质体

1）针对评估区内不稳定斜坡、人工堆积边坡、地面沉陷区内重要建构筑物设置监测点；重点监测斜坡变形及地面沉陷区宏观位移情况；

2）针对评估区内受采煤沉陷影响的道路、输变电线路分别设置监测点，重点监测地面沉陷对道路及输变电线路的损坏情况。

（2）含水层

1）水量、水位监测：饮水井、矿区内监测井；

2）水质监测：为简分析、全分析所检测的项目。

（3）地形地貌景观

监测内容主要为地表高程、地形坡度的变化和较大裂缝对地形地貌景观、植被生长的影响情况，主要成果图为植被盖度图、地貌类型图及地表坡度图等。

（4）水土环境

1）水体监测：生活污水、矿井水处理系统出水口、河流、流量（水位）、水质；

2）土壤监测：地面建设场地及采煤沉陷区土壤环境质量变化情况，重点监测土壤理化性质。

（二）监测设计与技术措施

本次监测范围为地质环境治理评估范围，监测工作以近期为主，兼顾中后期监测工作。

1、不稳定地质体失稳监测

（1）监测点部署

总体上要遵循重点自动化监测和人工巡查相结合、保障煤矿安全生产和村民人身安全、监控矿山地质环境变化的原则布设监测点。根据工作面接续开采情况，监测点位置见图 5.6-1。

1）不稳定斜坡及边坡监测

针对调查发现的不稳定斜坡、炸药库开发式治理区西南侧边坡、地面沉陷区、近期开采工作面位置地表影响到道路及输变电线路布置 D1~D29 共计 29 个监测点。

D1-D4 监测点：分别监测不稳定斜坡 BP1、BP2、BP3 及炸药库开发式治理区西南侧边坡，重点监测其位移和倾斜变形。其中对于不稳定斜坡 BP2 及炸药库开发式治理区西南侧边坡两处监测点 D2 与 D4 通过安装边坡 GNSS 自动化监测设备实施自动化实时监测；而对于不稳定斜坡 BP1 及 BP3 两处监测点（D1 与 D3）主要通过人工巡查方式，借助钢尺、地表位移伸长计等测量手段测量其水平位移、垂直位移、裂缝宽度等变形量；

D5 监测点：在工业场地内布设雨量监测站，采用自动化翻斗式雨量计对降雨数据进行实时监测。

2）采煤沉陷监测（GNSS 自动化监测）

D6-D17 监测点：根据工作面的设置，在井下采掘的同时对地面沉陷区实施监测。在工业场地内设置移动观测基站作为监测控制点（D6），结合近期五年煤矿拟开采工作面所在位置，在各工作面地表分别布置 GNSS 自动化变形监测点（D7-D17），每个监测点部署 1 套 GNSS 位移形变测量系统。同时辅以人工巡查。

3）道路变形监测

D18-D24 监测点：分别监测野大公路、大石公路及井田范围北侧一盘区与二

盘区地表道路，对道路监测主要采用人工巡查的方式，监测地面沉陷对道路破坏程度，一般采用地面观察及钢尺丈量等方法获取道路开裂及破坏数据。考虑闭坑后井田采空区沉稳时间，远期人工巡查持续时间 2 年。

4）输变电线路监测

D25-D29 监测点：针对煤矿井田范围内北侧一盘区及二盘区可能受到采煤沉陷影响到输变电线路布设监测点，采用人工巡查的方式实施监测。

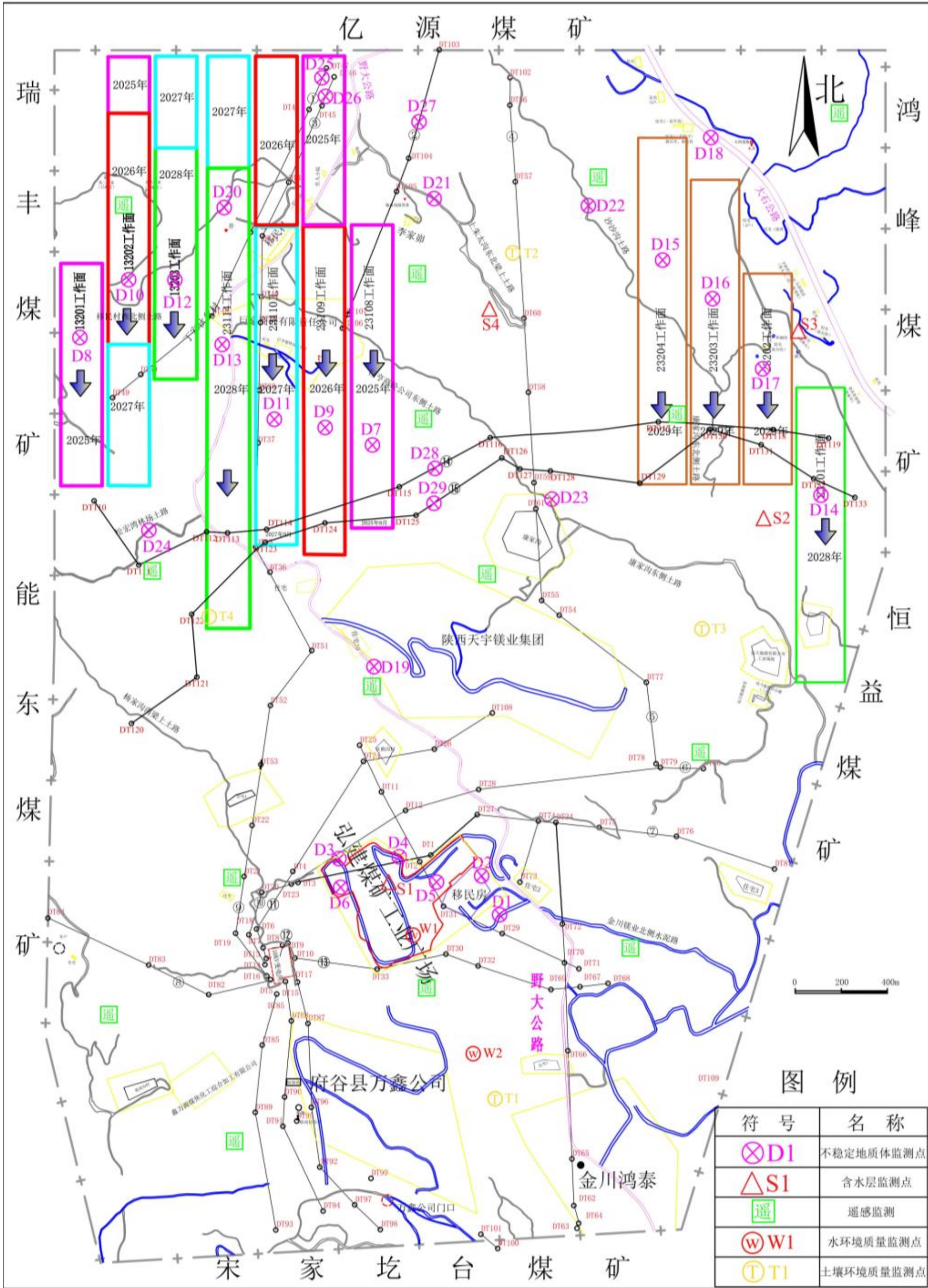


图 5.6-1 矿山地质环境监测设计图

（2）监测方法及频率

本方案对于部分斜坡及地面变形监测采用自动化监测设备监测，监测时间根据监测点处地表移动延续时间长短分别确定，由弘建煤矿专人或委托有资质的单位定时监测，记录要准确、数据要可靠，并及时整理观测资料，接受地质环境管理部门负责监督。考虑到当地煤层埋深及地面沉陷变形稳定时间，本方案工作面上方地面变形监测按 3 年监测考虑。中期在开采二盘区 3^{-2} 煤时可再相应实施地面沉陷监测。此外，本方案对部分斜坡、道路及输变电线路均采用人工巡查的方式实施监测。人工巡查每月至少 1 次，并及时记录巡查结果。考虑闭坑后井田采空区沉稳时间，远期人工巡查持续时间 2 年。

（3）技术要求

1）全面观测

包括全面观测和水准观测，全面观测包括测定各测点的平面位置和高程、各测点间的距离、各测点的支距以及地表的破坏状况，包括首次全面观测，末次全面观测及活跃期加密全面观测。水准观测主要是测点的高程测量，贯穿整个观测过程。

要求：采用 GNSS 快速静态定位测量，可用 C 级精度布设。观测工作结束后，应及时进行总结。为了保证所获得观测资料的准确性，每次观测应在尽量短的时间内完成，特别是在地表移动活跃阶段，水准观测必须在一天内完成，并确保做到高程测量和平面测量同时进行。

2）地表破坏的测定

观测地面沉陷及伴生地裂缝发育情况，观测道路、输变电线路等建构筑物的损坏情况。

要求：每次观测时，要及时、详细地记录和描述地物所在位置的地面沉陷及伴生地裂缝的尺寸、形态及其变化情况，测量道路上的裂缝尺寸、展布形态等变形资料，判定损坏程度，作出素描，或用数码相机照相。还应叙述回采工作面位置、煤层厚度、采高、顶板管理等采矿、地质和水文地质资料。

2、含水层监测

（1）监测点部署

根据现场调查，利用矿区内已有的水井布置水位及水质监测点，其中在字峁

村、朱太沟及工业场地处已有的水井位置布置监测点 3 处，新建水文监测井 1 处，监测点位置详见图 5.6-1 及表 5.6-1。

表 5.6-1　地下水环境现状监测点布置

编号	位置	类型	监测内容	监测层位
S1	工业场地	已有水井	水质、水位	侏罗系中统延安组风化裂隙潜水含水层
S2	朱太沟	已有水井	水质、水位	侏罗系中统延安组风化裂隙潜水含水层
S3	字峁村	已有水井	水质、水位	第四系松散层潜水含水层
S4	二盘区北侧	新建井	水质、水位	第四系松散层潜水含水层及侏罗系中统延安组风化裂隙潜水含水层

于二盘区地面沉陷预测最大区域新建 1 口地下水水文监测井，编号为 S4，监测第四系松散层潜水含水层。井筒结构示意图见图 5.6-2，监测井结构要求为：

① 监测井孔径设计原则是以满足预计出水量而下入的抽水设备所要求的孔径或以过滤管直径为依据确定；

② 基岩监测井成井孔壁与管壁的环状间隙一般为 75~100 mm；

③ 基岩监测井只在松散层地层中下入井管，并对松散层含水层止水，进入基岩进行变径，除破碎带、强风化带需下管外，完整基岩应为裸孔。基岩监测井松散层成孔直径 425 mm，基岩井径 219 mm。

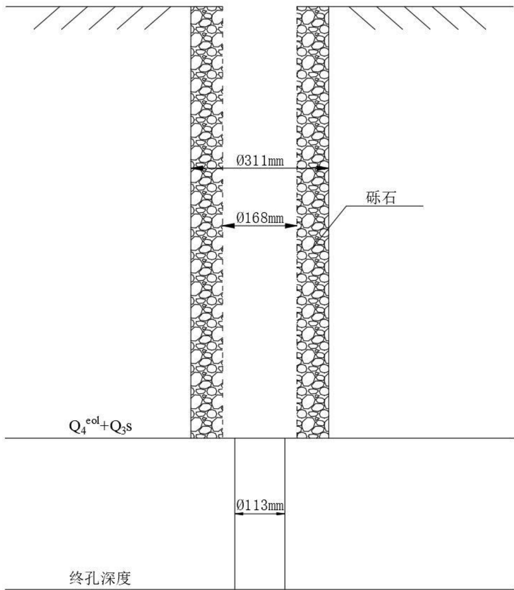


图 5.6-2　监测井结构示意图

（2）监测方法

① 水位应测量静水位、稳定动水位埋藏深度与高程，可选择电测水位计、自计水位仪或测绳测量。

② 采样送检方法采用《水质样品的保存和管理技术规定》（HJ493-2009），水质分析方法采用原国家环保局《水和废水监测分析方法》（第四版）。

（3）监测频率及时间

监测频率：水井水位采用人工监测，每月监测 1 次；水文观测井水位采用仪器自动监测。

含水层水质每季度监测 1 次，取 1 组水样进行分析，平水期进行简分析，丰水期和枯水期进行全分析。发现变化异常情况时须加密观测。

监测时间：水井及水文监测井水位、水质全期监测。

（4）技术要求

井下采取地下水样时需在水平面下大于 3 m 处，井口采取时需抽水 10 min 以上。所采的地下水样必须代表天然条件下的客观水质情况，其中气温、水温、水位、水量、pH、电导率、氧化还原电位、溶解氧、浊度、Ca^{2+}和 HCO_3-要求现场测量，计数保留两位小数。采样器应进行前期处理，容器应做到定点、定项。取样时应避免外界干扰。对不稳定成分的水样应加入稳定剂，及时在现场密封样品，贴上水样标签。运送过程中应防震、防冻及避免阳光照射。水样送至化验室时，应有交接手续。

含水层监测应由矿山企业按照《陕西省煤矿区地下水监测方案》要求，由煤矿专人或委托有资质的单位，实施监测井管理以及含水层监测工作。

3、地形地貌景观监测

（1）监测方法

主要采用遥感解译的方法进行监测，每年向有专业资质单位购买卫星图片对比解译分析或委托具有相关资质单位进行监测；结合无人机定期巡查。

（2）监测频率

每年高分辨率影像资料解译监测 1 次，选择年中 7~8 月监测。

近期：在开采区，每年监测 1 次，监测当年的地面沉陷区，已完成的恢复治理区，下一年的开采区。主要监测植被损毁面积、植被恢复面积及盖度。

中期、后期：每年监测 1 次，主要监测植被损毁面积、植被恢复面积及盖度。

（3）监测内容

在开采区，监测当年的地面沉陷区，已完成的恢复治理区，下一年的开采区。

主要监测植被损毁面积、植被恢复面积及盖度，矿山地质环境治理工程建设情况、土地损毁变化，采煤区地面沉陷及地裂缝发育情况，地势陡峭沟谷处崩塌、滑坡及隐患发育情况等。

（4）技术要求

采用高精度遥感卫星数据（SPOT、Landsat、Quick Bird 等）或航拍等遥感数据作为数据源，地面分辨率优于 1.0 m。

同一地区，不同时相的遥感数据最好为同一季节获取。应选用影像层次丰富、图像清晰、色调均匀、反差适中的遥感图像资料。要求少积雪、积水和低植被，云、雪覆盖量低于 10%，且不可遮盖被监测的目标物和其他重要目标物。

遥感解译前必须建立解译标志，包括直接标志和间接标志。直接标志是地物本身的有关属性在图像上的直接反映，如形状、大小、色调、阴影等；间接标志是指与地物的属性有内在联系，通过相关分析能够判断其性质的影像特征，如水系、地貌特征、纹理、位置、植被等。遥感解译标志建立后必须进行外业调查验证，验证率不低于图斑总数的 30%，解译与外业验证之间的误差不得超过 10%。

4、水土环境质量监测

（1）监测点部署

监测点布设：在主工业场地矿井水排放口、伙赖沟设置 2 个水体环境质量监测点，在井田内北侧近期采区和中期采区共布设 4 个土壤环境质量监测点。监测点位置见图 5.6-1。

① 水环境质量监测

W1 监测点：在主工业场地矿井水排放口设置 1 个水体环境质量监测点，对其流量、水质进行定期监测。

W2 监测点：在伙赖沟设置监测点，对其流量、水质进行定期监测。

② 土壤环境质量监测

T1~T4 监测点：主要在井田南部、北部、东部及西部采空区位置各布设 1 个监测点，对其土壤环境质量进行定期监测。

（2）监测内容及时间

① 监测内容

通过水量监测仪及取样检测，定期对水体流量、水质化学情况进行监测及分

析；土壤环境质量主要监测物理破坏情况、土壤中的化学物质含量及水溶盐的含量等。

② 监测频率及时间

水流量每月监测 1 次，水质每季度监测 1 次，取 1 组水样进行分析，平水期进行简分析，丰水期和枯水期进行全分析。

土壤环境质量每季度监测 1 次，取 1 组土壤进行分析，若未发现超标，可降低监测频率、减少监测次数。监测时间为全期监测。

（3）采样及分析方法

① 水样同含水层监测；

② 水样、土壤采集要求同一地点、不同年份的同一月份；

③ 为更好的监测土壤环境质量，应该做好取样工作。化学物质在土壤中的分布，既有因距离污染源的远近而引起的水平差异，还有因时间和其他因素的不同而造成的垂直差异，因而还要根据土壤剖面层次分层采集土样。

采集土壤平面混合样品时，采样深度 0~20 cm，将一个采样单元内各采样分点采集的土样混合均匀，采用四分法，最后留下 1 kg 左右。

土壤剖面分层要考虑各类土壤的发生层次，并考虑土壤不同的机械组成、结构、有机质含量等，选择最有代表性的均匀的层次部位采集土样。采集剖面样时，剖面的规格长度一般为长 1.5 m，宽 0.8 m，深 1.2 m，要求到达土壤母质层或潜水水位处，剖面要求向阳，采样要自下而上，分层采取耕作层、沉积层、风化母岩层或母质层样品。

采取土壤样品尽量用竹片或竹刀去除与金属采样器接触的部分土壤再取样，样品袋要求为棉布袋，潮湿样品可内衬塑料袋（供有机化合物测定）。采样的同时，由专人填写样品标签，采样记录：标签一式两份，一份放入袋中，一份系在袋口，标签上标注采样时间、地点、样品编号、监测项目、采样深度和经纬度。

采样结束，需逐项检查采样记录、样袋标签和土壤样品，如有缺项和错误，及时补齐更正。

5、矿山地质环境综合管理

在煤炭开采过程中，弘建煤矿应组织人员定期巡查地面建筑物、道路以及开采新形成的塌陷区，遇到地质环境问题，及时汇报、及时处理，并设立警示牌。

（三）主要工程量

1、不稳定地质体失稳监测工程量

弘建煤矿不稳定地质体及潜在威胁对象监测布设工程量详见表 5.6-2 所示。

表 5.6-2 不稳定地质体失稳监测工程量表

编号	监测对象	部署位置	监测量（次）			备注
			近期	中期	后期	
D1	不稳定斜坡 BP1	斜坡坡表中上部	60	228	24	人工巡查
D3	不稳定斜坡 BP3					
D2	不稳定斜坡 BP2		/	/	/	GNSS 自动化监测不稳定斜坡及堆积边坡变形情况
D4	炸药库开发式治理区西南侧边坡	边坡后缘	/	/	/	
D5	降雨量	工业场地	/	/	/	GNSS 自动化监测地表下沉情况
D6	采区地表（基站控制点）	工业场地	/	/	/	
D7	采区地表（近期开采工作面地表）	23108 工作面地表	/	/	/	
D8		13201 工作面地表	/	/	/	
D9		23109 工作面地表	/	/	/	
D10		13202 工作面地表	/	/	/	
D11		23110 工作面地表	/	/	/	
D12		13203 工作面地表	/	/	/	
D13		23111 工作面地表	/	/	/	
D14		23201 工作面地表	/	/	/	
D15		23202 工作面地表	/	/	/	
D16		23203 工作面地表	/	/	/	
D17		23204 工作面地表	/	/	/	
D18	道路	大石公路	60	228	24	人工巡查、道路开裂宽度、长度、形态等，记录输变电线路损毁情况，线塔塌陷歪斜情况。
D19		野大公路				
D20		移民村西侧土路				
D21		李家峁东北侧土路				
D22		沙沙沟土路				
D23		康家沟东侧土路				
D24		松宏湾林场土路				
D25	输变电线路	野大公路西北侧输变电线路①	60	228	24	
D26		野大公路沿线输变电线路②				
D27		李家峁附近输变电线路③				
D28		井田中部东西向输变电线路⑭				
D29		井田中部东西向输变电线路⑮				
合计		—	180	684	72	—

2、含水层监测工程量

弘建煤矿含水层监测工程量详见表 5.6-3 所示。

表 5.6-3　含水层监测工程量表

编号	位置	水位、水量			水质			监测层位
		监测量（次）			监测量（次）			
		近期	中期	后期	近期	中期	后期	
S1	工业场地	60	228	96	20	76	32	J_{2y}
S2	朱太沟	60	228	96	20	76	32	J_{2y}
S3	字峁村	60	228	96	20	76	32	Q_4
S4	二盘区北侧	60	228	96	20	76	32	J_{2y} 与 Q_4
合计		240	912	384	80	304	128	—

3、地形地貌景观监测工程量

弘建煤矿地形地貌景观监测工程量详见表 5.6-4 所示。

表 5.6-4　地形地貌景观监测工程量表

矿山地质环境问题	监测项目	监测量（次）		
		近期	中期	后期
地形地貌景观	遥感监测高程、坡度、分布、面积及变化	5	19	8

4、水土环境监测工程量

弘建煤矿水土环境监测工程量详见表 5.6-5~5.6-6 所示。

表 5.6-5　水环境质量监测工程量表

编号	位置	水位、流量			水质		
		监测量（次）			监测量（次）		
		近期	中期	后期	近期	中期	后期
W1	矿井水外排口	60	228	96	20	76	32
W2	伙赖沟	60	228	96	20	76	32
合计		120	456	192	40	152	64

表 5.6-6　评估区土壤环境质量监测工程量表

编号	监测位置	土质			监测内容
		监测量（次）			
		近期	中期	后期	
T1	井田南部伙赖沟	20	76	32	物理破坏和化学物质及水溶盐含量
T2	井田北部	20	76	32	
T3	井田东部	0	76	32	
T4	井田西部	0	76	32	
合计		40	304	128	—

七、矿区土地复垦监测和管护

土地复垦监测是督促落实土地复垦责任的重要途径，是保障复垦能够按时、保质、保量完成的重要措施，是调整土地复垦方案中复垦目标、标准、措施及计划安排的重要依据，同时也是预防发生重大事故和减少土地造成损毁的重要手段之一。本方案的监测措施主要为土地损毁监测和复垦效果监测。以此来验证、完善沉陷预测与复垦措施，从而保证复垦目标的实现。

管护措施是复垦工程的最后程序，主要包括耕地、林地、草地管护。

（一）目标任务

针对受沉陷影响的土地实施土地损毁监测方案；针对复垦责任范围内的复垦后的土地等实施复垦效果监测方案。

针对复垦后的园地、林地及草地进行管护，由于本项目处于生态脆弱区，因此确定的复垦管护时间为 6 年。

（二）措施和内容

1、矿区土地复垦监测

（1）原地貌地表监测

生产建设之前对原始地形（拟开采塌陷区、露天采区等）进行监测，主要收集土地利用现状图和损毁前的原始地表状况照片，分析获得土地利用、植被覆盖等数据；收集土壤类型、土壤的各种理化性质等信息。

根据复垦区生产建设特点，采用巡查监测法和高分遥感监测；配备监测人员 2 名，全分析监测 1 次。

（2）土地损毁监测

适用复垦单元：对拟损毁原地表、沉陷区内损毁土地进行监测，包括耕地、园地、林地、草地复垦单元。

监测内容：原始地形信息、地表下沉量、地裂缝、塌陷情况、土地产量等。

监测设备：本次变形监测平面坐标系采用 2000 国家坐标系。使用通过国家检校的符合国家 C、D 级控制网精度的双频接收机进行静态观测。

监测方法：① 工作基点布置，在监测区域外地层稳定位置布设工作基点。工作基点是测定监测区域位移、沉降量的依据，工作基点的稳定是影响变形监测

数据准确性最重要的因素之一，因此工作基点的位置应选择在远离监测区，基础稳定的地方，点位周围无高压线路、高层建筑物，同时还应考虑到便于观测等方面的要求。根据该复垦区实际情况，须在符合要求的区域拟设立 1 个工作基点，组成闭合变形监测网，方便后期检核。②监测方案，工作基点作为直接测定观测点的控制点位，为保证准确无误，每次观测后都要进行检测，出现位移或者沉降应及时分析原因，确实发生点位位移和沉降的应予以剔除，用剩余控制点位替代进行下一轮观测。

观测时设计好观测网形，然后按照边连式组成同步环观测，每个观测点的观测采样率为 1 s/次，卫星高度截止角为 15°，天线高采用三次平均值，GPS 接收机尽量采用同一型号且天线统一对准一个方向（一般情况下为北方向），从而减小系统误差，观测时间至少 1 h。确定进行观测时要提前查看星历预报，避免在 GPS 卫星较少的时间段观测，以免造成观测精度不达标的现象。

观测点应布设在最能反映监测区位移和沉降变化处。根据煤矿土地损毁预测图，结合沉陷损毁区损毁情况，本方案根据采区分布位置布设观测点。

监测频率：煤矿需委托具有监测资质的研究院所、高校或企业专业人员进行定期监测。在原地表拟损毁前要监测 1 次；开采过程中，每月监测 1 次；开采后至地表稳沉阶段，每月监测 1 次。

（3）复垦效果监测

复垦效果监测主要包括土壤质量监测、复垦植被监测和土地复垦配套设施监测、农作物产量监测。

① 土壤质量监测

土壤质量监测适用于沉陷区内耕地、园地、林地复垦单元。

监测方案：土壤质量监测贯穿土地复垦措施实施的全过程，主要包括复垦区地形坡度、有效土层厚度、土壤容重、土壤质地、土壤砾石含量等；监测指标具体见表 5.7-1。

监测频率：土地损毁前在工作面上方各地类设置土壤质量监测点，监测次数为一次。土地损毁后及复垦工程实施后实施土壤质量的变化监测，监测频次按照 1 次/年。

监测时间：监测持续时间为 6 年。

监测作用：对土地损毁程度、土壤有机质、土壤理化性质和植被生长状况实施监测，对土地损毁前、损毁过程和复垦后实施监测，作为评判土地损毁程度、土地复垦工程设计和土地复垦效果的重要依据。

监测方案主要是委托具有土壤监测资质的研究院所、高校或企业编制。

表 5.7-1　土壤质量监测方案表

监测内容	样点持续监测时间（年）	总监测次数	监测方法
地形坡度	6	7	GPS 高程测量
有效土层厚度	6	7	地测法
土壤容重	6	7	环刀法
土壤质地	6	7	比重计法
土壤砾石含量	6	7	晒分法
PH 值	6	7	混合指示剂比色法
有机质	6	7	重铬酸钾容重法

② 复垦植被监测

复垦植被监测适用于沉陷区林地复垦单元、工业场地林地复垦单元及沉陷区园地复垦单元。

监测内容：复垦植被监测内容为植物生长势、高度、种植密度、成活率、郁闭度、生长量等。

监测方法：林地郁闭度的监测采用树冠投影法。在大面积的绿化区内典型地块内选定 2 m×2 m 的标准地，进行典型监测，在行道树等单行、双行种植树木的区域选定 1 m×5 m 的方格，测量每株树木在方格中的位置，用皮尺和罗盘测定每株树冠东西、南北方向的投影长度，再按实际形状在方格纸上按一定比例尺勾绘出树冠投影，在图上求出林冠投影面积和标准地面积，即可计算林地郁闭度。

监测频率：在复垦规划的服务年限内，每年监测 1 次，复垦工程竣工后每年监测 1 次；

监测时间：持续监测时间为 6 年；

监测布点：监测点布设为 1 个/hm^2，具体方案见表 5.7-2。

表 5.7-2　林地复垦植被恢复效果监测方案表

监测内容	监测频次（次*年$^{-1}$）	样点持续监测时间（年）
成活率	1	6
郁闭度	1	6
单位面积蓄积量	1	6

③ 土地复垦配套设施监测

监测对象：主要包括田间道路及生产路。

监测时间：贯穿土地复垦措施实施的全过程。

监测内容：主要包括各项新建配套设施是否齐全、能否保证有效利用，以及损毁的辅助设施是否修复，能否满足当地居民的生产生活需要等。

本方案复垦配套设施监测频次为每年 1 次，监测要定时安排人员巡查，在雨季要安排人员专门检查，监测方案见表 5.7-3。

表 5.7-3 复垦配套设施监测方案表

监测内容	监测频次（次/年）	样点持续监测时间（年）
田间道路	1	6
生产道路	1	6

④ 农作物、果树产量监测

农作物产量监测主要针对复垦区内耕地农作物产量的监测。

监测方案：主要监测农作物长势，以及产量的监测，监测贯穿农作物整个生产周期，对每年的农作物亩均产量进行统计监测，分析采矿对农作物生产的影响。

2、复垦管护措施

（1）园、林地管护

管护措施主要包括水分管理、养分管理、树木修枝、林木密度调控、林木更新和林木病虫害防治等。管护时间设计为 3 年，管护方法采用人工管护。

苗木栽植后，可通过植树带内植树行间和行内的锄草松土，防止幼树成长期干旱灾害。在保苗期和干旱、高温季节，要注意浇水，可采用多次少量的方式，一般春季 2～3 次，秋季 3～5 次，夏季降水较多可适当减少浇水次数，主要保证林草不受损，冬季在上冻前普遍灌足越冬水。浇水 1～2 天后必须检查有无缝隙、塌陷现象，一旦发现应及时培土踏实。采用机械拉运水，喷洒浇灌的方式对植被进行浇水灌溉，苗木浇灌所需水可利用矿坑排水，水质水量均能满足管护用水要求。修枝是调节林木内部营养的重要手段，通过修剪促进主干生长，减少枝叶水分与养分的消耗，提高林木的干材质量。剪伐可以增加通风透光、减少水分消耗。修枝间伐是木本植物生长过程中必不可少的抚育措施。对于林带中出现各类树木的病、虫、害等要及时进行管护。对于病株要及时砍伐防止扩散，对于虫害要及时地施用药品来控制虫害的发生。要定期对林草病虫害及缺肥症状进行观

察、记录，一旦发现，立即采取喷药或施肥等相应措施进行防治。同时做好林木抚育，搞好护林防火等工作。

（2）草地管护

复垦草地管护的目标是苗全、苗壮，主要包括破除土表板结，间苗、补苗和定苗，中耕与培土、灌溉与施肥、病虫害与杂草管理及越冬与返青期管护。

播种后及时灌水；对成活率不合格的草地，或个别地段有成块死亡的应及时补播；草籽要求纯度在 95%以上，发芽率在 90%以上。

中耕通常要进行 3~4 次，第 1 次在定苗前，第 2 次在定苗后，第 3 次在拔节前，第 4 次在拔节后。中耕的深度一般为 3~10 cm。具体作业措施为犁地和锄地。锄地通常为人工操作，犁地借助于畜力或机械力。

（三）主要工程量

1、土地复垦监测工程量

包括近期 5 年（2025 年~2029 年），中期 19 年（2030 年~2048 年），后期 8 年（2049 年~2056 年）三个阶段。各时期土地复垦监测工程量见表 5.7-4。

表 5.7-4　土地复垦监测工程量表

复垦阶段	监测内容	监测频次（次/年）	监测点数	监测持续时间（年）	监测次数（点·次）
近期	原地表监测	1	5	1	5
	土地损毁监测	12	5	3	180
	土壤质量监测	1	5	5	25
	复垦植被监测	1	5	5	25
	配套设施监测	1	5	5	25
	农作物产量监测	2	4	5	40
中期	原地表监测	1	10	1	10
	土地损毁监测	12	5	3	180
	土壤质量监测	1	5	6	30
	复垦植被监测	1	5	5	25
	配套设施监测	1	3	5	15
	农作物产量监测	2	3	5	30
后期	土地损毁监测	12	25	3	1620
	土壤质量监测	1	25	6	150
	复垦植被监测	1	25	5	125
	配套设施监测	1	25	5	125
	农作物产量监测	2	25	5	250

2、土地复垦管护工程量

各时期土地复垦监测工程量见表 5.7-5。

表 5.7-5　土地复垦管护工程量表

复垦阶段	管护区域	管护面积 hm²	管护方法	管护方案
近期	园地	12.02	施肥、病虫害与杂草管理	每年冬季进行一次修剪，视成活率进行补植
	林地	95.50	修剪	每年冬季进行一次修剪
			中耕、除草	每年2~3 次
			补植	视成活率进行补植
	草地	360.85	灌溉	应适时地在干旱季节进行灌溉
			中耕、除草	每年2~3 次
			补种	视成活率进行补植
中期	园地	1.15	施肥、病虫害与杂草管理	每年冬季进行一次修剪，视成活率进行补植
	林地	67.97	修剪	每年冬季进行一次修剪
			中耕、除草	每年2~3 次
			补植	视成活率进行补植
	草地	296.48	灌溉	应适时地在干旱季节进行灌溉
			中耕、除草	每年2~3 次
			补种	视成活率进行补植
后期	林地	0.01	修剪	每年冬季进行一次修剪
			中耕除草	每年 2~3 次
			补植	视成活率进行补植
	草地	0.83	灌溉	应适时地在干旱季节进行灌溉
			中耕、除草	每年2~3 次
			补种	视成活率进行补植

八、生态系统监测与调查

（一）目标任务

生态系统调查监测是指对矿区生态系统进行定期和长期的监测和记录，掌握生态环境的状况和变化趋势，掌握生态系统因塌陷影响造成的动态变化特征。监测内容主要包括生态系统格局、生态系统状况、生态系统服务和生态系统质量调查。具体指标包括生物多样性等生态学特征，如种群数量、分布状况、物种组成、生境类型等参数。生态系统的格局、分类、功能、质量等方面，例如植被覆盖 度、各类生态系统格局变化等指标。

（二）监测方法

遥感监测：采用当年 6～9 月份最新遥感数据，分辨率不低于 1m，进行解译分析，数据源与无人机监测为同一数据源。

实地调查：样方调查。

（三）监测设计与措施

生态系统监测可分为生态系统格局、生态系统状况、生态系统服务和生态系统质量调查。

1、生态系统质量综合指数数据监测

（1）监测内容

生态系统结构监测主要借助遥感数据、地理信息系统乃至无人机等技术手段，对评估范围内生态系统格局、生态系统质量进行调查监测。生态系统组成、生态 系统质量等因素进行监测分析，解译计算矿区植被覆盖度，植被指数、土壤侵蚀等 数据进行解译，通过解译数据判断矿区生态系统质量综合指数。

（2）监测频次

生态系统功能监测采用 1 年监测 1 次。

2、生态状况调查

（1）监测内容

生物多样性调查内容主要包括物种多样性、生态系统多样性，以及生态过程及相互作用。物种多样性：指一定区域内生物种类的丰富性，包括动物、植物、微生物等。生态系统多样性：指生物群落及其生态过程的多样性，以及生态系统的环境差 异、生态过程变化的多样性等。

（2）监测方法

地面调查监测：通过实地考察和记录，收集生物多样性的直接数据。这种方法 适用于各种类型的生物，包括动物、植物等。例如，动物调查可以采用样线调查法、红外触发相机法和直接计数法等。植物调查则采用样线法和样方法相结合的方式进行。

遥感技术：利用遥感技术进行大面积的生物多样性调查。这种方法适用于大规模的生态系统调查，可以通过卫星图像和地面数据相结合，提高调查的效率和准确性。

（3）监测频次

采用 1 年监测 1 次。

（四）主要工程量

表 5.8-1　生态系统监测工程量表

时间	监测项目	实施次数	实施区域	实施内容	单位	工程量
近期、中期与后期	生态系统质量综合指数数据监测	1 次/年	评估区	植被类型、生态系统格局、植被覆盖度等	km^2	12.27
	生态状况调查	1 次/年	评估区林草生态系统	林地、草地生态系统格局、植被覆盖度等	点位	4×32

第六章　矿山地质环境治理与土地复垦工作部署

一、总体工作部署

（一）部署原则

1、以“谁开发，谁保护，谁破坏，谁治理”为原则，在广泛收集资料及现场调查的基础上，利用已有的相关经验，结合本工程的特点，合理界定地质环境保护与土地复垦责任范围。

2、坚持本方案设计符合府谷县和弘建煤矿的发展规划、土地总体利用规划、环境影响规划及水土保持规划的要求。

3、本方案结合当地的自然、社会环境及地质环境现状，因地制宜地布设各项防治措施，建立技术先进、经济合理、适用可靠、效果显著的矿山地质环境治理与土地复垦体系。

4、注重生态保护、预防优先、优化施工组织设计，先保护后挖填，先拦挡后弃渣，地质环境保护与恢复治理措施与主体工程建设运营同步。优先考虑植物措施，工程措施与植物措施相结合。

5、坚持矿山开发和地质环境保护与土地复垦并重的原则，开发与保护治理同等重要。通过地质环境保护与土地复垦，保护自然生态环境。

6、坚持从实际出发的原则。本项目各项地质环境保护与土地复垦治理规划布设应从工程实际出发，因地制宜，因害设防，力求定性准确，定量合理，使本项目地质环境保护与恢复治理方案具有较强的针对性和可操作性。

7、本项目必须做好地质环境保护与土地复垦招投标和监理工作，保证工程质量。搞好地质环境保护与土地复垦监测和管理，确保项目达到地质环境保护与恢复治理效益。

（二）总体部署

本方案规划年限为32年，近期5年（2025年~2029年），中期19年（2030年~2048年），后期8年（2049年~2056年）。根据本方案第五章矿山地质环境治理与土地复垦工程，确定矿山地质环境保护与土地复垦总体部署，矿山地质环境治理总体工作部署见表6.1-1，土地复垦总体工作部署见表6.1-2。

表 6.1-1　矿山地质环境治理总体部署

防治对象	不稳定地质体	含水层	地形地貌景观	水土环境质量
工程措施	不稳定斜坡治理、沉陷区道路修复、沉陷区输变电线路修复、井筒封闭、不稳定地质体监测	加强含水层监测、保障居民生活用水	地形地貌景观遥感监测	水土环境影响监测

表 6.1-2　矿山土地复垦总体部署

复垦单元	二级项目	工程措施	监测与管护措施
耕地	沉陷损毁耕地	裂缝充填、表土剥覆、平整工程、田埂修筑、土地翻耕、土壤培肥、配套道路工程	土地损毁监测、复垦效果监测、管护
	工业场地内永久建设用地、工业场地压占区采矿用地、长方梁村废弃宅基地	拆除工程、平整工程、田埂修筑、土地翻耕、土壤培肥、配套道路工程	复垦效果监测、管护
园地	沉陷损毁园地	裂缝充填、表土剥覆、平整工程、田埂修筑、土地翻耕、土壤培肥、植被恢复工程、配套道路工程	土地损毁监测、复垦效果监测、管护
林地	沉陷损毁林地	裂缝充填、表土剥覆、植被恢复工程	土地损毁监测、复垦效果监测、管护
	工业场地临时压占乔木林地	拆除工程、平整工程、植被恢复工程	复垦效果监测、管护
草地	沉陷损毁草地、沉陷损毁裸土地	裂缝充填、表土剥覆、植被恢复工程	复垦效果监测、管护
	高位水池、工业场地压占损毁天然牧草地、进场道路场外部分、通高位水池道路、伙赖沟新村东侧临时便道	拆除工程、平整工程、植被恢复工程	复垦效果监测、管护

二、阶段实施计划

根据《矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南》和本方案服务年限，本方案规划年限为 32 年，包括近期 5 年（2025 年~2029 年），主要针对现状不稳定地质体及前期未完成的复垦任务进行实施；中期 19 年（2030 年~2048 年），主要

针对开采过程中产生的矿山地质环境问题治理及损毁土地复垦；后期 8 年（2049 年~2056 年），针对闭坑后的煤矿进行恢复治理与土地复垦。三个阶段部署治理及复垦措施。各阶段部署情况如下：

（一）近期工作安排（2025~2029 年）

1、矿山地质环境治理

本阶段地质环境问题主要表现在：不稳定斜坡 BP1、BP2 及 BP3 威胁道路或房屋、3^{-1} 号及 3^{-2} 号煤层开采引发地面沉陷及裂缝等矿山地质环境问题，对道路及输变电线路造成威胁。故近期矿山地质环境治理工作包括：

（1）不稳定斜坡治理：对不稳定斜坡 BP1、BP2 及 BP3 进行整治、采用坡脚修建浆砌石挡墙结合坡面排水的方式进行治理；

（2）对前期受采矿活动影响破损的道路进行维修，包括通长方梁旧村道路以及通板深沟道路；

（3）对近期拟开采沉陷可能损毁的乡村道路及输变电线路进行维修，同时对已沉陷区与拟开采沉陷区设立警示牌 35 块。

2、土地复垦

（1）对长方梁村废弃宅基地实施地面工程拆除后进行土地复垦，复垦方向为旱地；

（2）对伙赖沟新村东侧临时便道实施路面拆除后进行土地复垦，复垦方向为草地；

（3）对复垦责任范围内已沉陷损毁土地以及近期拟沉陷损毁土地进行复垦；

（4）对拟沉陷损毁的土地进行土地损毁监测，对复垦后的土地进行复垦效果监测，并进行管护。

3、矿山地质环境监测

（1）不稳定地质体监测

在不稳定斜坡 BP1 与 BP3 顶部位置布置 D1 及 D3 监测点，通过人工巡查及简易量测的方式实施监测；此外，在不稳定斜坡 BP2 坡面中上部 、在炸药库开发式治理区西南侧边坡中部平台分别布置 D2 与 D4 监测点，采用 GNSS 边坡变形自动监测设备实施自动化监测；在工业场地内布设 D5 监测点，通过自动化翻斗式雨量计对降雨量实施监测；在工业场地内布设地表移动观测站（D6 监测点），

同时在近期开采工作面地表布设 D7-D17 监测点，通过 GNSS 地表变形自动化监测设备实施地面沉陷监测；在井田北部一盘区与二盘区可能受采煤沉陷影响的道路处布设 D18-D24 监测点，通过人工巡查的方式监测野大公路、大石公路及地表其他道路；在井田北部采区可能受采煤沉陷影响的输变电线路处布设 D25-D29 监测点，通过人工巡查的方式监测线路受损及线塔破坏情况。

（2）含水层监测

本方案在工业场地，朱太沟及字峁村共布设 3 个地下水监测点 S1、S2 及 S3 监测点对含水层水位、水量和水质进行监测，同时在二盘区北部新建地下水监测井 S4，进行含水层水位（水量）、水质监测。

（3）水土环境监测

在工业场地矿井水排放口及伙赖沟分别设置水环境监测点 W1 及 W2，对其流量及水质进行定期监测；在井田南部、北部、东部及西部采空区位置各布设 1 个监测点（T1-T4），对其土壤理化性质进行定期监测。

（4）地形地貌与生态系统监测

利用无人机航测并建立地形地貌景观及生态系统遥感监测系统，对近期开采工作面上覆地表与生态状况进行遥感监测。

（二）中期工作安排（2030~2048 年）

1、矿山地质环境治理

（1）对中期煤矿开采引发地面沉陷导致损坏的乡村道路及输变电线路进行维修；

（2）继续实施不稳定地质体变形监测、含水层、地形地貌与生态系统监测、水土环境监测。

2、土地复垦

（1）对中期开采沉陷损毁后的土地进行复垦；

（2）对沉陷土地进行土地损毁监测，对前期复垦后的土地进行复垦效果监测，并进行管护。

（三）后期工作安排（2049~2056 年）

1、矿山地质环境治理

（1）封闭 3 条井筒；

（2）继续实施不稳定地质体变形监测、含水层、地形地貌与生态系统监测、水土环境监测。

2、土地复垦

（1）对中期已复垦土地进行复垦效果监测及管护；

（2）对不留续使用的永久建设用地（工业场地不动产登记区、生活福利区不动产登记区、排矸场不动产登记区及高位水池不动产登记区）、工业场地临时压占损毁土地（工业场地非不动产登记区）、进场道路及高位水池道路实施土地复垦，对中期采煤沉陷遗留的损毁土地实施复垦，并对复垦后效果进行监测和管护。

三、近期年度工作安排

近期各年度矿山地质环境治理、土地复垦工程主要集中在对现状不稳定性斜坡进行治理、已沉陷损毁导致地面建构筑物损坏产生的矿山地质环境问题治理，如对受损道路、输变电线路及地面建构筑物进行维修，以及对已沉陷损毁土地进行复垦，如裂缝充填、剥覆、平整等。

再者，对近期煤矿开采产生的矿山地质环境问题进行治理及拟损毁土地进行复垦，如受损的地面建构筑物、输变电线路、道路进行修复，以及裂缝充填、剥覆、平整等。

此外，对不稳定地质体、可能受到采煤沉陷影响的道路、输电线路、地面建构筑物及其他存在失稳可能的斜坡设置监测点，同时对含水层、水土环境及地形地貌设置监测点，监测矿山地质环境变化。

近期矿山地质环境治理与土地复垦工程措施及工程量具体见表 6.3-1。

表 6.3-1　近期各年度治理（复垦）措施表

实施年度	治理（复垦）对象	治理（复垦）措施及工程量	
		矿山地质环境治理	土地复垦
第一年度 2025 年	1、不稳地质体； 2、输变电线路（线路①、②、③、⑭及⑮）及线塔； 3、矿山地质环境监测； 4、23101-23107 工作面上覆已沉陷土地损毁区。	1、**不稳定地质体治理**：设置塌陷区警示牌 10 块；维修输变电线路（线路①、②、③、⑭及⑮）1814 m，加固线塔 7 座； 2、**不稳定地质体监测**：针对不稳定地质体布置 20 个监测点，其中对不稳定斜坡 BP2 与炸药库开发式治理区西南侧边坡布设 GNSS 自动化监测点 2 个，工业场地设置 2 处自动化雨量监测点与一个地表移动基准观测点，采区（2025 年采掘工作面地表）设置 2 处地表变形监测点；人工巡查不稳定斜坡 BP1 与 BP3、采区道路及输变电线路，人工巡查 36 次； 3、**含水层监测**：布置 3 口水井，1 口新建水文监测井 160 m，共监测水位、水量 48 次，水质取样 16 组，完成水质简分析 8 组，水质全分析 8 组； 4、**地形地貌景观与生态系统监测**：地形地貌景观高分遥感监测 1 次，监测近期开采沉陷区面积 82.42 hm^2； 5、**水土环境监测**：布置水环境监测点 2 处，实施水位、水量监测 24 次，水质取样 8 组，实施水质简分析 4 组，水质全分析 4 组；土环境监测点 2 处，实施土环境监测点取样 8 组，土质分析 8 次。	1、对已沉陷损毁土地开展裂缝充填及土地复垦，复垦面积 129.52hm^2，其中裂缝充填 7601.53m^3，土壤剥覆 19428m^3，土地平整 11212.63m^3，土壤培肥施用商品有机肥 142410kg，无机肥 21361.5kg，栽植山杏 1340 棵，栽植樟子松 3710 棵，栽植紫穗槐 6700 棵，撒播紫花苜蓿 155.2kg，配套田间道路建造泥结碎石路面 12192.7m^2，填筑砂路基 13074.1m^2，实施路床压实 14102.4m^2，配套生产道路中建造素土路面 12633.4m^2，实施路床压实 16159m^2； 2、复垦区土地复垦效果监测； 3、管护复垦的旱地面积 29.38hm^2，园地面积 2.68hm^2，林地面积 10.77hm^2，草地面积 69.65hm^2。

第二年度 2026 年	1、乡村道路（通长方梁旧村水泥路）； 2、不稳定斜坡 BP1； 3、输变电线路（线路①、②、⑭及⑮）及线塔； 4、矿山地质环境监测； 5、23111-23112 工作面上覆已沉陷损毁土地； 6、23108-23109 工作及 13201 工作面上覆拟沉陷损毁土地； 7、长方梁村废弃宅基地； 8、伙赖沟新村东侧临时便道。	1、**不稳定地质体治理**：维修通长方梁旧村水泥路 7200 m^2；针对不稳定性斜坡 BP1 进行支挡处治，其中基础土方开挖约 200 m^3，修建浆砌石挡墙约 300 m^3，设置沥青板伸缩缝约 30 m，排水沟 96 m^3；设置塌陷区警示牌 10 块；维修输变电线路（线路①、②、⑭及⑮）1259 m，加固线塔 4 座； 2、**不稳定地质体监测**：新增 2 处地表变形监测点（2026 年采掘工作面地表），自动化监测地表变形；维持 GNSS 自动化监测设备对不稳定 BP2 与炸药库开发式治理区西南侧边坡进行长期监测，维持 GNSS 自动化设备对采区地表变形长期监测；人工巡查不稳定斜坡 BP1 与 BP3、采区道路及输变电线路，人工巡查 36 次； 3、**含水层监测**：利用 4 处监测井，共监测水位、水量 48 次，水质取样 16 组，完成水质简分析 8 组，水质全分析 8 组； 4、**地形地貌景观与生态系统监测**：地形地貌景观高分遥感监测 1 次，监测近期开采沉陷区面积 90.56 hm^2； 5、**水土环境监测**：利用 2 处水环境监测点实施水位、水量监测 24 次，水质取样 8 组，实施水质简分析 4 组，水质全分析 4 组；土环境监测点 2 处，实施土环境监测点取样 8 组，土质分析 8 次。	1、 对沉陷损毁土地进行复垦，复垦轻度损毁区 236.00hm^2； 2、土地复垦中实施裂缝充填 66474.61m^3，土壤剥覆 101532m^3，土地平整 20895.33m^3，土壤培肥施用商品有机肥 122040kg，无机肥 18306kg，栽植山杏 1345 棵，栽植樟子松 3515 棵，栽植紫穗槐 52400 棵，撒播紫花苜蓿 301.96kg，配套田间道路建造泥结碎石路面 20554.95m^2，填筑砂路基 22040.85m^2，实施路床压实 23774.4m^2，配套生产道路中建造素土路面 20154.1m^2，实施路床压实 25778.5 m^2； 3、复垦区土地复垦监测； 4、管护复垦的旱地面积 49.53hm^2，园地面积 2.69hm^2，林地面积 33.23hm^2，草地面积 141.28hm^2。

第三年度2027年	1、乡村道路（通板深沟水泥路）； 2、不稳定斜坡BP2与BP3； 3、乡村道路（巨亨商砼公司东侧土路）； 4、输变电线路（线路①、②、⑭及⑮）及线塔； 5、矿山地质环境监测； 6、23109-23110及13202工作面上覆地表拟沉陷损毁土地。	1、**不稳定地质体治理**：维修通板深沟水泥路9200 m^2；针对不稳定性斜坡BP2及BP3进行支挡处治，其中基础土方开挖约600 m^3，修建浆砌石挡墙约1360 m^3，设置沥青板伸缩缝约90 m，排水沟140 m^3；维修巨亨商砼公司东侧土路6000 m^2；维修设置警示牌5块；维修输变电线路（线路①、②、⑭及⑮）2324 m，加固线塔10座； 2、**不稳定地质体监测**：新增2处地表变形监测点（2027年采掘工作面地表），自动化监测地表变形；维持GNSS自动化监测设备对不稳定斜坡BP2与炸药库开发式治理区西南侧边坡进行长期监测，维持GNSS自动化设备对采区地表变形长期监测；人工巡查不稳定斜坡BP1与BP3、采区道路及输变电线路，人工巡查36次； 3、**含水层监测**：利用4处监测井，共监测水位、水量48次，水质取样16组，完成水质简分析8组，水质全分析8组； 4、**地形地貌景观与生态系统监测**：地形地貌景观高分遥感监测1次，监测近期开采沉陷区面积95.36 hm^2； 5、**水土环境监测**：利用2处水环境监测点实施水位、水量监测24次，水质取样8组，实施水质简分析4组，水质全分析4组；土环境监测点2处，实施土环境监测点取样8组，土质分析8次。	1、对开采损毁土地进行复垦，复垦轻度损毁区面积204.28 hm^2； 2、土地复垦中实施裂缝充填11229.74 m^3，土壤剥覆28701 m^3，土地平整16205.35 m^3，土壤培肥施用商品有机肥11870kg，无机肥16780.5kg，栽植山杏2640棵，栽植樟子松3705棵，栽植紫穗槐19960棵，撒播紫花苜蓿250.86kg，配套田间道路建造泥结碎石路面17044.05 m^2，填筑砂路基18276.15 m^2，实施路床压实19713.6 m^2，配套生产道路中建造素土路面17660.1 m^2，实施路床压实22588.5 m^2； 3、复垦区土地复垦效果监测； 4、管护复垦的旱地面积41.07 hm^2，园地面积5.28 hm^2，林地面积17.39 hm^2，草地面积117.48 hm^2。

第四年度 2028 年	1、输变电线路（线路①、⑭及⑮）及线塔； 2、矿山地质环境监测； 3、23110、23114、13202 及 13203 工作面上覆地表拟沉陷损毁土地。	1、**不稳定地质体治理**：维修输变电线路（线路①、⑭及⑮）约 1923 m，加固线塔 7 座；；设置警示牌 5 块； 2、**不稳定地质体监测**：新增 2 处地表变形监测点（2028 年采掘工作面地表），自动化监测地表变形；维持 GNSS 自动化监测设备对不稳定斜坡 BP2 与炸药库开发式治理区西南侧边坡进行长期监测，维持 GNSS 自动化设备对采区地表变形长期监测；人工巡查不稳定斜坡 BP1 与 BP3、采区道路及输变电线路，人工巡查 36 次； 3、**含水层监测**：利用 4 处监测井，共监测水位、水量 48 次，水质取样 16 组，完成水质简分析 8 组，水质全分析 8 组； 4、**地形地貌景观与生态系统监测**：地形地貌景观高分遥感监测 1 次，监测近期开采沉陷区面积 76.52 hm^2； 5、**水土环境监测**：利用 2 处水环境监测点实施水位、水量监测 24 次，水质取样 8 组，实施水质简分析 4 组，水质全分析 4 组；土环境监测点 2 处，实施土环境监测点取样 8 组，土质分析 8 次。	1、对开采损毁土地进行复垦，复垦轻度损毁区面积 92.04hm^2； 2、土地复垦中实施裂缝充填 5343.14m^3，土壤剥覆 13656m^3，土地平整 5440.24m^3，土壤培肥施用商品有机肥 39300kg，无机肥 5895 kg，栽植山杏 330 棵，栽植樟子松 275 棵，栽植紫穗槐 19700 棵，撒播紫花苜蓿 122.58kg，配套田间道路建造泥结碎石路面 6179.35m^2，填筑砂路基 6626.05 m^2，实施路床压实 7147.2 m^2，配套生产道路中建造素土路面 6402.7m^2，实施路床压实 8189.5 m^2； 3、复垦区土地复垦效果监测； 4、管护复垦的旱地面积 14.89hm^2，园地面积 0.66hm^2，林地面积 10.40hm^2，草地面积 56.19hm^2。

第五年度 2029 年	1、乡村道路（移民村西北侧土路）； 2、输变电线路（线路⑭及⑮）及线塔； 3、矿山地质环境监测； 4、23114、13203、23201~23204 工作面上覆地表拟沉陷损毁土地。	1、**不稳定地质体治理**：维修移民村西北侧土路 11000 m^2；维输变电线路（线路⑭及⑮）1570 m，加固线塔 5 座；设置警示牌 5 块； 2、**不稳定地质体监测**：新增 2 处地表变形监测点（2029 年采掘工作面地表），自动化监测地表变形；维持 GNSS 自动化监测设备对不稳定斜坡 BP2 与炸药库开发式治理区西南侧边坡进行长期监测，维持 GNSS 自动化设备对采区地表变形长期监测；人工巡查不稳定斜坡 BP1 与 BP3、采区道路及输变电线路，人工巡查 36 次； 3、**含水层监测**：利用 4 处监测井，共监测水位、水量 48 次，水质取样 16 组，完成水质简分析 8 组，水质全分析 8 组； 4、**地形地貌景观与生态系统监测**：地形地貌景观高分遥感监测 1 次，监测近期开采沉陷区面积 91.99 hm^2； 5、**水土环境监测**：利用 2 处水环境监测点实施水位、水量监测 24 次，水质取样 8 组，实施水质简分析 4 组，水质全分析 4 组；土环境监测点 2 处，实施土环境监测点取样 8 组，土质分析 8 次。	1、对开采损毁土地进行复垦，复垦轻度损毁区面积 128.75hm^2； 2、土地复垦中实施裂缝充填 7556.34 m^3，土壤剥覆 19312.5 m^3，土地平整 6384.24m^3，土壤培肥施用商品有机肥 77520kg，无机肥 11628kg，栽植山杏 350 棵，栽植樟子松 10925 棵，栽植紫穗槐 3720 棵，撒播紫花苜蓿 180.3kg，配套田间道路建造泥结碎石路面 7287.4 m^2，填筑砂路基 7814.2m^2，实施路床压实 8428.8 m^2，配套生产道路中建造素土路面 7550.8m^2，实施路床压实 9658m^2； 3、复垦区土地复垦效果监测； 4、管护复垦的旱地面积 17.56hm^2，园地面积 0.7m^2，林地面积 23.71hm^2，草地面积 77.1hm^2。

第七章　经费估算与进度安排

一、经费估算依据

（一）估算依据

1、矿山地质环境治理工程经费估算依据

（1）《陕西省水利工程设计概（估）算编制规定》（2024 年修正）；

（2）《陕西省水利建筑工程概算定额》（2024 年修订）；

（3）《陕西省水利工程施工机械台班定额》（2024 年修订）；

（4）《关于深化增值税改革有关政策的公告》财政部、税务总局、海关总署公告（2019 年 39 号文）；

（5）《关于调整房屋建筑和市政基础设施工程工程量清单计价综合人工单价的通知》（陕西省住房和城乡建设厅，陕建发〔2021〕1097 号）；

（6）《工程勘察设计收费标准》（国家计委、建设部，计价格[2002]10 号）；

（7）《测绘生产成本费用定额》（财政部、国家测绘局，财建[2009]17 号）；

（8）《陕西省环境监测技术服务收费标准》（陕西省环境监测中心站，陕环站字[2009]75 号）；

（9）中国地质调查局关于印发的《地质调查项目预算标准（2021）》；

（10）《榆林建设工程材料价格信息》(2025 年第 2 期)。

2、土地复垦工程估算依据

（1）《财政部、国土资源部关于印发土地开发整理项目预算编制规定标准的通知》（财综[2011]128 号）；

（2）《土地开发整理项目预算编制规定》(2011 年)；

（3）《土地开发整理项目预算定额》(2011 年)；

（4）《土地开发整理项目施工机械台班费定额》(2011 年)；

（5）《关于调整房屋建筑和市政基础设施工程工程量清单计价综合人工单价的通知》（陕建发〔2021〕1097 号）；

（6）《水土保持工程概算定额》（水总【2003】67 号）；

（7）关于增加建设工程扬尘治理专项措施费及综合人工单价调整的通知，

陕建发〔2017〕270 号）；

（8）《关于深化增值税改革有关政策的公告》财政部、税务总局、海关总署公告（2019 年 39 号文）；

（9）《工程勘察设计收费标准》（计价格[2002]10 号）；

（10）《测绘生产成本费用定额》（财建[2009]17 号）；

（11）《土地复垦方案编制规程－通则》（TD/T1031.1-2011）；

（12）《土地复垦方案编制规程-井工煤矿》（TD/T1031.3-2011）；

（13）《土地复垦方案编制规程-建设项目》（TD/T1031.6-2011）；

（14）《陕西省环境监测机构开展专业服务收费标准》（陕环计发[1996]128 号）；

（15）《地质调查项目预算标准》(2021)；

（16）（榆林市 2022 年度造林绿化苗木指导价格》（榆绿委发【2021】3 号）；

（17）榆林建设工程材料价格信息（2025 年第 2 期）。

（二）经费来源

根据“谁损毁、谁治理”及“谁开发谁保护、谁破坏谁治理、谁投资谁受益”的原则，本矿山地质环境治理与土地复垦经费由弘建煤矿自筹，从煤炭销售费用中按规定提取，作为矿山地质环境恢复治理与土地复垦基金，治理工程所需费用从基金列支，计入矿山生产成本。

（三）经费构成

依据《土地复垦方案编制规程－通则》中关于投资估算方面的要求，本方案投资估算由工程施工费、设备费、其它费用（前期工作费、工程监理费、竣工验收费、业主管理费）、监测与管护费、预备费（基本预备费）组成。

二、矿山地质环境治理工程经费估算

（一）估算方法

本方案矿山地质环境治理工程投资估算由工程施工费、临时工程费、独立费用、矿山地质环境监测费及预备费等部分组成。费用估算主要采用《陕西省水利工程设计概（估）算编制规定》，估算费用为静态费用。地质环境监测工程费用估算主要采用《工程勘察设计收费管理规定》及《测绘生产成本费用定额》。

1、基础单价

（1）人工估算单价

人工预算单价由基本工资、辅助工资、工资附加费组成。

根据《陕西省水利工程设计概（估）算编制规定》（2024 年修订），人工预算单价为：技工 75 元/工日，普工 50 元/工日。

（2）材料估算价格

依据《陕西省水利工程设计概（估）算编制规定》（2024 年修订）规定：

1）主要材料预算价格：

主要材料预算价格＝[主要材料原价+（运杂基本费×装载效能综合系数）]×（1+采购保管费费率）+运输保险费

材料原价：主要依据榆林市材料交易中心的市场成交价并结合《榆林市工程造价信息》、广材网、农资网、陕西发改委网站等综合确定各项材料价格。

2）其他工程或材料价格

陕西工程造价信息不能查询的材料价格，依据现场实地调查及咨询相关监测机构，其中监测井工程单价依据《陕西省首批矿山地下水监测井建设指导方案》进行估算得出。水样监测、土样检测、遥感影像监测单价依据监测单位提供的监测价格确定。

（3）施工用风、水、电预算价格

电价为 1.5 元/kwh，风价为 0.26 元/m^3，水价取费为 3.0 元/m^3。柴油、汽油价按照市场不含税价进机械台班费。

施工机械费计算公式：施工机械费=工程量×定额施工机械使用费

2、建筑施工费

建筑施工费由工程单价×工程量进行估算，工程单价（建筑工程单价）则是指以价格形式表示的完成单位工程量（如 1 m^3、1 套）所耗用的全部费用，由直接费、间接费、利润、价差和税金五部分组成。

（1）直接费

是指工程施工过程中直接消耗在建筑及安装工程项目上的活劳动和物化劳动的费用。由基本直接费、其他直接费组成。

基本直接费：包括人工费、材料费、施工机械使用费。材料费及施工机械使

用费均不含增值税进项税额的基础单价计算。

其他直接费：包括冬雨季施工增加费、夜间施工增加费、安全文明施工措施费、小型临时设施摊销费、其他。

其他直接费费率=其他直接费基准费率×工程类别调整系数

其他直接费基准费率=冬雨季施工增加费+夜间施工增加费+安全文明施工措施费+小型临时设施摊销费+其他费率

本项目施工工程为建筑工程，属陕北片区。因此，项目其他直接费基准费率为 8.0%。本项目参考其他同类工程，工程措施调整系数取 1.0。因此，本项目工程措施其他直接费费率为 8.0%。

（2）间接费

是以直接费或人工费为基数测算出的间接费摊销费率。按《陕西省水利工程设计概（估）算编制规定》执行，间接费费率计取标准见表 7.2-1。

表 7.2-1　间接费费率计取标准一览表

序号	工程类别	取费基础	间接费率（%）
1	土方工程	直接费	8.5
2	石方工程	直接费	12.5
3	砂石备料工程	直接费	5.0
4	模板工程	直接费	9.5
5	混凝土工程	直接费	9.5
6	钢筋制作安装工程	直接费	5.5
7	钻孔灌浆及锚固工程	直接费	10.5
8	疏浚工程	直接费	7.5
9	其他	直接费	10.5

（3）利润

是指按规定应计入工程措施及植物措施的利润。按直接费与间接费之和的 7%计算。

（4）税金

按照《关于深化增值税改革有关政策的公告》，本项目税金取 9%。税金按直接费、间接费、利润之和的 9%计算。

（5）估算单价

根据《陕西省水利工程设计概（估）算编制规定》（2024 年修正）规定，估算单价按预算单价扩大 10%计算。

3、临时工程费

临时工程费包括导流工程、施工交通工程、施工安全生产专项工程、施工场外供电工程、缆机平台工程、施工房屋建筑工程以及其他临时建筑工程组成。根据本项目实际，其他临时工程费费率取 3.0%。施工安全生产专项投资=（建筑工程投资+机电设备及安装工程投资+金属结构设备及安装工程投资-设备费+施工导流工程投资+施工交通工程投资）×（1+其他施工临时工程费率）×2.5%。

4、矿山地质环境监测费

包括监测点设置费、仪器测量费、人工巡视费、无人机航测费、水土环境测试费及预备费等。监测点设置费、仪器测量费单价参照《测绘生产成本费用定额》确定，人工巡视费单价按普工 50 元/工日计算，无人机航测费、水土环境费按市场价格综合确定。

5、独立费用

独立费包括建设管理费、生产准备费、科研勘察设计费及其他。

（1）建设管理费

包括建设单位开办费、建设单位人员费、建设管理经常费、招标业务费、建设监理费、工程质量检测费、咨询评审服务费、工程验收费、工程保险费。

① 建设单位开办费：本次不计列；

② 建设单位人员费：本次不计列；

③ 建设管理经常费：按《陕西省水利工程设计概（估）算编制规定》表Ⅰ.5-8 累进加价计算；

④ 招标业务费按国家计划委员会颁布的《招标代理服务收费管理暂行办法》（计价格[2002]1980 号文件）和国家发展改革委颁布的《关于降低部分建设项目收费标准规范收费行为等有关问题的通知》（发改价格[2011]534 号）和《陕西省水利工程设计概（估）算编制规定》表I.5-9，按累进加价计算；

⑤ 建设监理费：按“发改价格[2007]670 号”和“陕价行发[2007]83 号”规定进行计算；

⑥ 工程质量检测费：按建安工程费的 0.3%计取；

⑦ 工程验收费：依据《陕西省水利工程设计概（估）算编制规定》表 I.5-10 计取；

⑧ 咨询评审服务费：按建安工程费的 0.8%计取；

⑨ 工程保险费：按建安工程费的 0.45%计取。

（2）生产准备费

本次不计列。

（3）科研勘察设计费

① 科学研究试验费不计列；

② 勘察设计费，勘察费费率为 4.5%，设计费费率取 3.5%，则勘察设计费按工程措施投资的 8.0%计取。

（4）其他

其它专项报告编制费、其他生产物资购置费、其他税费均不计列。

6、预备费

基本预备费=（工程施工+独立费用）×基本预备费费率，费率取 10%，价差预备费不计列。

（二）总工程量

经计算，弘建煤矿矿山地质环境治理工程量见表 7.2-2。

表 7.2-2　矿山地质环境治理总工程量表

矿山地质环境治理	序号	项目名称	单位	工程量
不稳定地质体及其他	一	**不稳定性斜坡 BP1、BP2 及 BP3**		
	1	土方开挖	m^3	800
	2	浆砌石挡墙	m^3	1660
	3	伸缩缝	m	120
	4	排水沟（浆砌片石）	m^3	236
	二	**道路维修**		
	1	农村道路（素土路）维修	m^2	52000
	2	水泥道路修复	m^2	25400
	三	**输变电路维修**		
	1	输变电路维修	m	18700
	2	塔基加固	座	83
	四	**警示牌设置**		
	1	警示牌布置	块	35

	五	**工业场地治理**		
	1	井筒封闭		
		挡渣墙	m^3	222
		回填矸石	m^3	20448
		挡水墙	m^3	357
		回填粘土	m^3	716
		井口剥离岩土	m^3	757
		浇筑水泥	m^3	555
		钢板面积	m^2	165
		井口覆土	m^3	202
监测工程	一	**不稳定地质体失稳监测**		
	1	GNSS 自动化监测站	个	14
	2	雨量计	个	1
	3	人工巡查	次	936
	二	**含水层监测**		
	1	水质取样	组	512
	2	水位、水量测量	次	1536
	3	水质分析		
		简分析	组	312
		全分析	组	200
	4	新建监测井打井	m	160
	三	**水环境质量监测**		
	1	水质取样	组	256
	2	水位、水量测量	次	768
	3	水质分析		
		简分析	组	156
		全分析	组	100
	四	**土环境质量监测**		
	1	土壤环境监测点取样	组	478
	2	土壤环境监测点土质分析	次	478
	五	**地形地貌景观与生态系统监测**		
	1	综合遥感监测	次	32

（三）经费估算

矿山地质环境治理工程估算经费7413.82万元，其中建筑安装工程费5536.07万元，临时工程费313.20万元，独立费890.57万元，预备费673.98万元（表7.2-3）。具体计算见估算书。

表7.2-3　矿山地质环境治理工程投资估算总表

序号	工程或费用名称	费用（万元）	占静态费用比例
1	建筑安装工程费	5536.07	74.68
2	临时工程费	313.20	4.22
3	独立费	890.57	12.01
4	预备费	673.98	9.09
5	总费用	**7413.82**	100.00

三、土地复垦工程经费估算

（一）估算方法

本方案土地复垦投资估算由工程施工费、设备费、其他费用、监测管护费和预备费等组成。

1、基础价格

（1）人工预算单价

人工预算单价由基本工资、辅助工资、工资附加费组成。

本项目处于七类工资区，依据《土地开发整理项目预算编制规定》计算人工单价为甲类工 52.14 元/工日、乙类工 39.73 元/工日。由于人工单价与现有市场价格相差较大，因此，本项目根据陕西省住建厅印发的《关于调整房屋建筑和市政基础设施工程工程量清单计价综合人工单价的通知》（陕建发〔2021〕1097 号）进行调整，根据文件要求，建筑工程、安装工程、市政工程、园林绿化工程调整为 136.00 元/工日；装饰工程调整为 146.00 元/工日；因此本项目确定甲类工为 146 元/工日、乙类工 136.0 元/工日，调增部分计入差价。

（2）材料预算价格

1）主要材料预算价格

按照陕发改投资[2016]1303 号文，材料预算价格中的材料原价、运杂费、运

输保险费、采购及保管费等分别按不含相应增值税进项税额的价格计算。现价含增值税进项税额价格时，按以下公式调整：预算材料单价=材料原价（含增值税进项税额）÷调整系数。

材料单价：主要材料价格参照《陕西省工程造价管理信息》2023 年 7 月材料信息价中含税市场价取值，次要材料以当地市场调查价为准。根据《土地开发整理项目预算定额标准》主要材料价格计算办法，当材料预算价格高于规定价格时，超出部分按价差计算；当材料预算价格低于规定价格时，可直接采用预算价格计算。

其中主要材料如钢材、水泥、砂子、碎石、块石、板材、汽油、柴油、锯材、生石灰、树苗以规定价进单价，预算价与规定价之差在计取税金后列入单价中。

2）其他工程或材料价格

《陕西省工程造价管理信息》不能查询的材料价格，依据现场实地调查及咨询相关监测机构提供的监测价格确定。

（3）施工用风、水、电预算价格

施工用电价为 1.5 元/kwh，施工用风价为 0.26 元/m^3，施工用水价取费为 3.0 元/m^3。

2、工程施工费估算

（1）工程施工费单价

工程单价（建筑工程单价）是指以价格形式表示的完成单位工程量（如 1m^3、1 套）所耗用的全部费用，由直接费、间接费、利润、税金和扩大费五部分组成。

（2）直接费

工程施工过程中直接消耗在工程项目上的活劳动和物化劳动的费用，由直接工程费、措施费组成。

1）直接工程费

直接工程费由人工费、材料费、机械使用费、其他费用组成。

直接费指施工过程中直接消耗在工程项目上的活劳动和物化劳动，包括人工费、材料费、机械使用费和其他费用。

人工费=定额工日×人工概算单价。材料费=定额材料用量×材料预算单价。机械使用费=定额机械使用量（台班）×施工机械台班费（元/台班）。其他费用=

定额百分比×（人工费+材料费+机械使用费）。

2）措施费

措施费=直接工程费×措施费率

措施费包括临时设施费、冬雨季施工增加费、夜间施工增加费、施工辅助费和安全施工措施费，矿区各费率标准详见表 7.3-1。由于本项目不含混凝土及安装工程，不在夜间施工，因而，本项目措施费综合费率为 7.2%。

（3）间接费

本项目工程类别包含土方、砌体及其他项目三类，间接费率增加附加税、城市维护建设税、教育费附加、地方教育费，纳税地点在乡镇，间接费费率取值见表 7.3-2。

表 7.3-1　措施费费率表

工程类别		土方工程	石方工程	砌体工程	混凝土工程	其他工程	安装工程	备注
临时设施费	计算基数：直接工程费，费率（%）	2	2	2	3	2	3	参照 128 号文
冬雨季施工增加费		1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	参照 128 号文
施工辅助费		0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	1	参照 128 号文
安全文明施工费		2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	参照 270 号文
环境保护费（含排污）		0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	参照 270 号文
扬尘污染治理费		0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.2	参照 270 号文
特殊地区施工增加费	按照所在地区规定的标准计算。							参照 128 号文
合计		7.2	7.2	7.2	8.2	7.2	8.3	本项目不存在夜间施工

表 7.3-2　间接费费率表

序号	项目类别	计算基础	间接费费率（%）
1	土方项目	直接费	5.41
2	石方项目	直接费	6.41
3	砌体项目	直接费	5.41
4	混凝土项目	直接费	6.41
5	其他项目	直接费	5.41
6	安装项目	人工费	65.41

（4）利润

按直接工程费与间接费之和乘以利润率计算，利润率为 3%。

（5）税金

根据《关于深化增值税改革有关政策的公告》（财政部 税务总局 海关总署公告 2019 年第 39 号），税金按建筑业适用的增值税率（9%）计算：

税金＝（直接费＋间接费＋利润＋价差）×9%

（6）扩大费

参考《陕西省土地开发整理项目预算编制办法及费用标准（试行）》（2004 年），总则第五条规定，按 15.5%计取。指直接费、间接费、利润和税金之和的 15.5%。

3、设备费

设备购置费包括设备原价、运杂费、运输保险费和采购及保管费。

4、其他费用

其它费用包括前期工作费、工程监理费、竣工验收费和业主管理费。费用标准参照《土地开发整理项目预算定额标准》计算。

5、复垦监测与管护费

（1）监测费

本项目规划设计的土地损毁监测、复垦效果的监测费用均按照以下取费标准计算，每点次监测费用如下表 7.3-3 所示。

表 7.3-3　每点次监测费用表

项目	土地损毁监测	土壤质量监测	复垦效果监测	农作物产量监测
费用（元）	500	800	500	500

（2）管护费

按《水土保持工程概算定额》（水总【2003】67 号）计算土地复垦中的管护费，管护工作包括中耕除草、修枝、施肥、浇水、喷药、平岔等。耕地每公顷每年管护费 7500 元，园地、林地每公顷每年的管护人员费用 7500 元。

6、预备费

基本预备费指为了解决在工程施工过程中因自然灾害、设计变更等所增加的费用。可结合实际情况，本项目基本预备费按工程施工费与其他费用之和的 10%计取。

（二）总工程量

经过整理，弘建煤矿土地复垦工程量见表 7.3-4 所示。

表 7.3-4　土地复垦工程量汇总表

序号	项目名称	单位	工程量
一	**土壤重构工程**		
1	拆除清理工程		
1.1	建筑物拆除	m^3	111500
1.2	清理工程	m^3	111500
2	充填工程		
2.1	裂缝充填	m^3	153600
3	土壤剥覆		
3.1	表土剥离	m^3	284400
3.2	表土回覆	m^3	284400
4	平整工程		
4.1	土地翻耕	hm^2	263.92
4.2	土地平整	m^3	96198.02
5	田埂修筑		
5.1	田埂修筑	m^3	3219
6	土壤培肥		
6.1	商品有机肥	kg	793380
6.2	无机肥	kg	118765
二	**植被重建工程**		
1	林草恢复工程		
1.1	果树	棵	7275
1.2	樟子松	株	41565
1.3	紫穗槐	株	217060
1.4	紫花苜蓿	kg	1800
三	**配套设施**		
1	田间道路		
1.1	泥结碎石路面	m^2	104205.9
1.2	砂路基	m^2	111649.7
1.3	路床压实	m^2	120500.8
2	生产道路		
2.1	素土路面	m^2	98700
2.2	路床压实	m^2	126300
四	**土地复垦监测**		
1	原地貌地表监测		
1.1	原地表监测	次	15
2	土地损毁监测		
2.1	土地损毁监测	次	1980

3	复垦效果监测		
3.1	土壤质量监测	次	205
3.2	复垦植被监测	次	175
3.3	配套设施监测	次	165
3.4	农作物产量监测	次	320
五	**土地复垦管护**		
1	**管护工程**		
1.1	耕地管护	hm^2	249.91
1.2	园地管护	hm^2	13.17
1.3	林地管护	hm^2	163.48
1.4	草地管护	hm^2	758.8

（三）经费估算

土地复垦估算经费 9616.21 万元，见表 7.3-5。具体计算见估算书。

表 7.3-5　土地复垦工程投资估算总表

序号	工程或费用名称	费用（万元）	占静态费用比例
一	**工程施工费**	7341.70	76.35
二	**设备费**		
三	**其他费用**	812.83	8.45
四	**监测与管护费**	646.23	6.72
4.1	**复垦监测费**	144.20	1.50
4.2	**管护费**	502.03	5.22
五	**预备费**	815.45	8.48
六	**总计**	**9616.21**	100

四、总费用汇总与年度安排

（一）总费用构成与汇总

本方案矿山地质环境保护与土地复垦总费用 17030.03 万元，其中矿山地质环境保护估算经费 7413.82 万元；土地复垦估算经费 9616.21 万元；矿山可采储量为　　　万吨，吨煤投资　　元；复垦责任区范围 1023.74 hm^2，亩均投资 6262.14 元。

（二）近期年度经费安排

近期矿山地质环境保护与土地复垦总费用 4531.04 万元，其中矿山地质环境保护估算经费 1984.36 万元；土地复垦估算经费 2546.68 万元。近期各年度矿地

质环境保护与土地复垦投资费用估算见表 7.4-1，其中矿山地质环境治理工程投资估算见表 7.4-2，而土地复垦投资估算见表 7.4-3。

表 7.4-1　近期各年度费用表

年度	各年度费用（万元）		小计（万元）
	矿山地质环境治理	土地复垦	
2025 年	353.75	406.75	760.50
2026 年	302.02	1040.58	1342.60
2027 年	665.01	531.56	1196.57
2028 年	339.70	213.81	553.51
2029 年	323.88	353.98	677.86
合计	**1984.36**	**2546.68**	**4531.04**

表 7.4-2　近期各年度矿山地质环境治理费用估算表

序号	工程措施/监测项目	单位	工程量	单价（元）	费用（万元）
一	**2025 年**				**353.75**
1	警示牌				0.10
（1）	设置警示牌	块	10	100	0.10
2	输变电线路				296.71
（1）	线路维修	m	1814	92.12	16.71
（2）	线塔加固	座	7	400000	280.00
3	不稳定地质体失稳监测				17.18
（1）	GNSS 自动监测站	个	5	30000	15.00
（2）	雨量计	个	1	20000	2.00
（3）	人工巡查	次	36	50	0.18
4	含水层监测				7.98
（1）	水质取样	组	16	200	0.32
（2）	水位、水量测量	次	48	40	0.19
（3）	水质简分析	组	8	540	0.43
（4）	水质全分析	组	8	3800	3.04
（5）	新建监测井打井	m	160	250	4.00
5	水环境质量监测				1.60
（1）	水质取样	组	8	200	0.16
（2）	水位、水量测量	次	24	10	0.02
（3）	水质简分析	组	4	540	0.22
（4）	水质全分析	组	4	3000	1.20
6	土环境质量监测				4.28
（1）	土壤环境监测点取样	组	8	350	0.28
（2）	土壤环境监测点土质分析	次	8	5000	4.00
7	地形地貌景观及生态系统监测				25.90
（1）	综合遥感监测	次	1	259047	25.90
二	**2026 年**				**302.02**
1	不稳定斜坡 BP1 治理				21.73

（1）	土方开挖	m^3	200	6.20	0.12
（2）	浆砌石挡墙	m^3	300	525.94	15.78
（3）	伸缩缝	m	30	196.79	0.59
（4）	排水沟（浆砌片石）	m^3	96	546.02	5.24
2	道路维修				66.65
（1）	水泥道路维修	m^2	7200	92.57	66.65
3	警示牌				0.10
（1）	设置警示牌	块	10	100	0.10
4	输变电线路				171.6
（1）	线路维修	m	1259	92.12	11.6
（2）	线塔加固	座	4	400000	160
5	不稳定地质体失稳监测				6.18
（1）	GNSS 自动监测站	个	2	30000	6.00
（2）	人工巡查	次	36	50	0.18
6	含水层监测				3.98
（1）	水质取样	组	16	200	0.32
（2）	水位、水量测量	次	48	40	0.19
（3）	水质简分析	组	8	540	0.43
（4）	水质全分析	组	8	3800	3.04
7	水环境质量监测				1.60
（1）	水质取样	组	8	200	0.16
（2）	水位、水量测量	次	24	10	0.02
（3）	水质简分析	组	4	540	0.22
（4）	水质全分析	组	4	3000	1.20
8	土环境质量监测				4.28
（1）	土壤环境监测点取样	组	8	350	0.28
（2）	土壤环境监测点土质分析	次	8	5000	4.00
9	地形地貌景观及生态系统监测				25.90
（1）	综合遥感监测	次	1	259047	25.90
三	**2027 年**				**665.01**
1	不稳定斜坡 BP2 与 BP3 治理				81.31
（1）	土方开挖	m^3	600	6.2	0.37
（2）	浆砌石挡墙	m^3	1360	525.94	71.53
（3）	伸缩缝	m	90	196.79	1.77
（4）	排水沟（浆砌片石）	m^3	140	546.02	7.64
2	道路维修				120.30
（1）	水泥道路维修	m^2	9200	92.57	85.16
（2）	农村道路（素土）维修	m^2	6000	58.57	35.14
3	警示牌				0.05
（1）	设置警示牌	块	5	100	0.05
4	输变电线路				421.41
（1）	线路维修	m	2324	92.12	21.41
（2）	线塔加固	座	10	400000	400

5	不稳定地质体失稳监测				6.18
（1）	GNSS 自动监测站	个	2	30000	6.00
（2）	人工巡查	次	36	50	0.18
6	含水层监测				3.98
（1）	水质取样	组	16	200	0.32
（2）	水位、水量测量	次	48	40	0.19
（3）	水质简分析	组	8	540	0.43
（4）	水质全分析	组	8	3800	3.04
7	水环境质量监测				1.60
（1）	水质取样	组	8	200	0.16
（2）	水位、水量测量	次	24	10	0.02
（3）	水质简分析	组	4	540	0.22
（4）	水质全分析	组	4	3000	1.20
8	土环境质量监测				4.28
（1）	土壤环境监测点取样	组	8	350	0.28
（2）	土壤环境监测点土质分析	次	8	5000	4.00
9	地形地貌景观及生态系统监测				25.90
（1）	综合遥感监测	次	1	259047	25.90
四	**2028 年**				**339.70**
1	警示牌				0.05
（1）	设置警示牌	块	5	100	0.05
2	输变电线路				297.71
（1）	线路维修	m	1923	92.12	17.71
（2）	线塔加固	座	7	400000	280.00
3	不稳定地质体失稳监测				6.18
（1）	GNSS 自动监测站	个	2	30000	6.00
（2）	人工巡查	次	36	50	0.18
4	含水层监测				3.98
（1）	水质取样	组	16	200	0.32
（2）	水位、水量测量	次	48	40	0.19
（3）	水质简分析	组	8	540	0.43
（4）	水质全分析	组	8	3800	3.04
5	水环境质量监测				1.60
（1）	水质取样	组	8	200	0.16
（2）	水位、水量测量	次	24	10	0.02
（3）	水质简分析	组	4	540	0.22
（4）	水质全分析	组	4	3000	1.20
6	土环境质量监测				4.28
（1）	土壤环境监测点取样	组	8	350	0.28
（2）	土壤环境监测点土质分析	次	8	5000	4.00
7	地形地貌景观及生态系统监测				25.90
（1）	综合遥感监测	次	1	259047	25.90
五	**2029 年**				**323.88**

1	道路维修				64.43
（1）	农村道路（素土）维修	m^2	11000	58.57	64.43
2	警示牌				0.05
（1）	设置警示牌	块	5	100	0.05
3	输变电线路				214.46
（1）	线路维修	m	1570	92.12	14.46
（2）	线塔加固	座	5	400000	200.00
4	不稳定地质体失稳监测				9.18
（1）	GNSS 自动监测站	个	3	30000	9.00
（2）	人工巡查	次	36	50	0.18
5	含水层监测				3.98
（1）	水质取样	组	16	200	0.32
（2）	水位、水量测量	次	48	40	0.19
（3）	水质简分析	组	8	540	0.43
（4）	水质全分析	组	8	3800	3.04
6	水环境质量监测				1.60
（1）	水质取样	组	8	200	0.16
（2）	水位、水量测量	次	24	10	0.02
（3）	水质简分析	组	4	540	0.22
（4）	水质全分析	组	4	3000	1.20
7	土环境质量监测				4.28
（1）	土壤环境监测点取样	组	8	350	0.28
（2）	土壤环境监测点土质分析	次	8	5000	4.00
8	地形地貌景观及生态系统监测				25.90
（1）	综合遥感监测	次	1	259047	25.90
六	**近期合计**				**1984.36**
1	不稳定斜坡（BP1~BP3）治理				103.05
（1）	土方开挖	m^3	800	6.2	0.50
（2）	浆砌石挡墙	m^3	1660	525.94	87.30
（3）	伸缩缝	m	120	196.79	2.36
（4）	排水沟（浆砌片石）	m^3	236	546.02	12.89
2	道路维修				251.38
（1）	农村道路（素土）维修	m^2	17000	58.57	99.57
（2）	水泥道路维修	m^2	16400	92.57	151.81
3	输变电线路				1401.99
（1）	线路维修	m	8900	92.12	81.99
（2）	线塔加固	座	33	400000	1320.00
4	警示牌				0.35
（1）	设置警示牌	块	35	100	0.35
5	不稳定地质体失稳监测				44.90
（1）	GNSS 自动监测站	个	14	30000	42.00
（2）	雨量计	个	1	20000	2.00
（3）	人工巡查	次	180	50	0.90

6	含水层监测				23.92
（1）	水质取样	组	80	200	1.60
（2）	水位、水量测量	次	240	40	0.96
（3）	水质简分析	组	40	540	2.16
（4）	水质全分析	组	40	3800	15.20
（5）	新建监测井打井	m	160	250	4.00
7	水环境质量监测				8.00
（1）	水质取样	组	40	200	0.80
（2）	水位、水量测量	次	120	10	0.12
（3）	水质简分析	组	20	540	1.08
（4）	水质全分析	组	20	3000	6.00
8	土环境质量监测				21.40
（1）	土壤环境监测点取样	组	40	350	1.40
（2）	土壤环境监测点土质分析	次	40	5000	20.00
9	地形地貌景观及生态系统监测				129.52
（1）	综合遥感监测	次	5	259047	129.52

表 7.4-3　近期各年度土地复垦费用估算表

一级项目	二级项目	三级项目	单位	2025 年度		2026 年度		2027 年度		2028 年度		2029 年度	
				工程量	费用（万元）	工程量	费用（万元）	工程量	费用（万元）	工程量	费用（万元）	工程量	费用（万元）
一级项目	充填工程	裂缝充填	m^3	7601.53	31.05	66474.61	271.55	11989.19	48.98	5443.14	22.23	7556.34	30.87
	土壤剥覆	表土剥离	m^3	19428	12.84	101532	67.11	30642	20.25	13656	9.02	19312.5	12.76
		表土回覆	m^3	19428	12.84	101532	67.11	30642	20.25	5440.24	3.59	19312.5	12.76
	平整工程	土地翻耕	hm^2	32.07	11.38	52.41	18.60	46.35	16.45	15.56	5.52	18.26	6.48
		土地平整	m^3	11212.63	5.67	20895.33	10.57	16205.35	8.20	5440.24	2.75	6384.24	3.23
	土壤培肥	商品有机肥	kg	142410	31.04	122040	26.60	11870	2.59	39300	8.57	77520	16.90
		无机肥	kg	21361.5	20.70	18306	17.74	16780.5	16.26	5895	5.71	11628	11.26
植被重建工程	林草恢复工程	栽植山杏	棵	1340	6.09	1345	6.11	2640	12.00	330	1.50	350	1.59
		栽植樟子松	株	3710	16.86	3515	15.98	3705	16.84	275	1.25	10925	49.65
		栽植紫穗槐	株	6700	1.98	52400	15.46	19960	5.89	19700	5.81	3720	1.09
		撒播紫花苜蓿	kg	155.2	16.59	301.96	32.27	250.86	26.81	122.58	13.10	180.3	19.27
配套设施	田间道路	泥结碎石路面	m^2	12192.7	47.77	20554.95	80.53	17044.05	66.78	6179.35	24.21	7287.4	28.55
		砂路基	m^2	13074.1	41.97	22040.85	70.75	18276.15	58.67	6626.05	21.27	7814.2	25.08
		路床压实	m^2	14102.4	4.12	23774.4	6.94	19713.6	5.76	7147.2	2.09	8428.8	2.46
	生产道路	素土路面	m^2	12633.4	3.69	20154.1	5.88	17660.1	5.16	6402.7	1.87	7550.8	2.20
		路床压实	m^2	16159	4.72	25778.5	7.53	22588.5	6.59	8189.5	2.39	9658	2.82

监测与管护工程	监测工程	原地表监测	点·次	5	0.25								
		土地损毁监测	点·次			60	3.00	60	3.00	60	3.00		
		土壤质量监测	点·次	5	0.40	5	0.4	5	0.40	5	0.40	5	0.40
		复垦植被监测	点·次	5	0.25	5	0.25	5	0.25	5	0.25	5	0.25
		配套设施监测	点·次	5	0.10	5	0.10	5	0.10	5	0.10	5	0.10
		农作物产量监测	点·次	8	0.40	8	0.40	8	0.40	8	0.40	8	0.40
	管护工程	耕地管护	hm^2	29.38	22.04	49.53	37.15	41.07	30.80	14.89	11.17	17.56	13.17
		园地管护	hm^2	2.68	2.01	2.69	2.02	5.28	3.96	0.66	0.49	0.7	0.53
		林地管护	hm^2	10.77	8.08	33.23	24.92	17.39	13.04	10.40	7.80	23.71	17.78
		草地管护	hm^2	69.65	16.72	141.28	33.91	117.48	28.19	56.19	13.49	77.1	18.50
工程费					269.31		720.73		337.48		130.88		226.97
监测管护费					50.25		102.15		80.14		37.10		51.13
其他费用					50.21		123.10		65.62		26.39		43.70
预备费					36.98		94.60		48.32		19.44		32.18
静态投资					**406.75**		**1040.58**		**531.56**		**213.81**		**353.98**

第八章 保障措施与效益分析

一、组织保障

（一）组织保障要求

1、矿山地质环境治理制度要规范化，该矿山地质环境保护与土地复垦方案由弘建煤矿负责并组织实施，应建立矿山地质环境保护与土地复垦工作领导小组，配备专人负责矿山地质环境保护与土地复垦工作，自觉接受地方自然资源行政主管部门的监督、检查，使矿山地质环境保护与土地复垦方案设计落到实处。

2、矿山地质环境治理过程要规范化，应严格按照建设项目管理程序实行招投标制，选择有施工资质、技术力量强的施工单位负责项目的实施，加强管理。

3、矿山地质环境治理与土地复垦资料必须规范化，包括勘察、设计、施工日志、竣工验收资料，治理过程工程量及经费要及时整理、归档，便于后期自然资源主管部门核查。

4、鉴于矿山地质环境治理与土地复垦工作的长期性和综合性，不仅需要“边开采、边治理、边复垦”，煤矿还要选派专业人员对治理与复垦的施工进度和及时性进行监督，如果发现治理措施不当或开采计划改变，及时调整实施方案，并上报相关部门。

（二）组织结构

为保证方案提出的各项措施顺利实施，弘建煤矿成立了矿山地质环境治理与土地复垦领导小组，采用企业法人负责制（表 8.1-1）。

环保组作为矿山地质环境保护与土地复垦工作的职能部门，具体负责矿山地质环境保护与土地复垦管理体系的建立，制定矿山地质环境保护与土地复垦的管理办法、地质环境事故的应急处理预案、工程措施的组织实施和相关制度及管理办法的宣传培训等工作。并应积极主动与地方自然资源行政主管部门取得联系，自觉接受地方行政主管部门的监督、检查、验收，使矿山地质环境保护与土地复垦方案设计落到实处，保证该方案的顺利实施并发挥积极作用。

监测专员除了负责矿山地质环境监测与巡查工作外，还负责矿山地质环境治理工程与土地复垦设计，施工前、中、后资料存档，监测资料台账建立等工作。

表 8.1-1　矿山地质环境保护与土地复垦项目领导小组人员及职责

<table>
<tr><td colspan="2">职务</td><td>姓名</td><td>职责</td></tr>
<tr><td colspan="2">第一责任人（法人）</td><td>苏云</td><td>项目活动的决策人</td></tr>
<tr><td colspan="2">组长</td><td>苏兴旺</td><td>组织、管理、领导本项目的具体执行</td></tr>
<tr><td colspan="2">副组长</td><td>苏治智</td><td>协助组长管理项目，负责本项目的执行标准及项目质量</td></tr>
<tr><td colspan="2">项目负责（环保组）</td><td>赵邦</td><td>统筹项目执行中的具体事宜，安排项目具体工作</td></tr>
<tr><td rowspan="7">组员</td><td>经营办</td><td>苏换民</td><td>负责项目招标管理</td></tr>
<tr><td>地质办</td><td>肖圣烈</td><td>负责项目施工技术管理</td></tr>
<tr><td>财务部</td><td>贾林</td><td>负责项目费用的提取及下拨</td></tr>
<tr><td>安全员</td><td>刘平</td><td>负责项目实施中的安全管理</td></tr>
<tr><td>环保员</td><td>杨忠林</td><td>负责项目实施中的环保管理</td></tr>
<tr><td rowspan="2">监测专员</td><td>苏旺民</td><td rowspan="2">负责矿山地质环境的监测、巡查工作；矿山地质环境治理与土地复垦设计、施工前、中、后资料存档，监测资料台账建立等</td></tr>
<tr><td>高艳平</td></tr>
</table>

二、技术保障

1、根据项目工作要求，同时为保证施工进度和施工质量，弘建煤矿将从矿方领导班组选拔具有较高理论基础和专业技术水平、同时具有地质环境治理恢复与土地复垦工程相关经验的管理人员，专门负责地质环境治理恢复与土地复垦工程施工现场的指导及技术监督工作，同时协助监督检查和验收工作，确保工程按期保质保量完成。

2、为落实《方案》各项治理恢复及土地复垦措施，矿方将配备性能良好的交通运输工具、通讯工具、测量仪器及其它生产设备，分析测试任务由具有相关资质的实验室承担，图件制作采用先进的数字化处理系统及机助成图系统，确保工程质量。

3、加强施工过程监理，关键工序聘请专家指导。

4、生产过程中严格实施质量三检制度（自检、互检、抽检），确保工程质量，争创优质工程。

5、在项目实施过程中，严格按照技术规范、规程及设计书、施工方案要求操作，对项目全过程进行质量监控，不允许出现不合格的原材料、中间成果和单项工程，确保最终成果的高质量。

6、制定《质量责任制考核办法》，并依据《办法》对各作业组、作业人员定

期进行质量责任制考核，确保质量目标实现。

7、随时接受主管单位和其他有关部门的监督、检查和指导。

三、监管保障

煤矿应委托有规划设计资质的单位进行矿山地质环境治理工程与土地复垦规划设计，委托有资质的监理单位承担监理工作。

土地复垦前，邀请自然资源管理部门组织进行煤矿内土地权属调查确认和登记，土地复垦后再进行土地权属调整和分配，确保土地复垦工作的顺利进行。按照方案确定的年度进度安排逐地块、逐区域落实，对土地开发复垦实行统一管理。

本方案实施严格的监测制度，按照方案中的监测要求编制监测计划并实施；监测成果应进行统计和对比分析，作出简要评价，并定期报送当地土地行政主管部门；在土地复垦工程竣工验收时，监测单位应提交竣工验收监测专题报告。

土地复垦工程实施严格的招投标与目标责任制度。施工中进行工程监理，按监理的工作程序、工作标准和监理工作规定开展本方案土地复垦监理工作，对工程的进度、质量、投资实行控制，负责土地复垦工程施工的安全监理。

实行严格的工程验收制度，复垦工程将严格按照“复垦方案”的技术要求执行，制定严格的工程考核制度。在验收中，应严格验收制度，验收人员对照复垦单元措施逐项核实工程量，鉴定工程质量，填报验收表，写出验收总结，验收不合格，应限期整改。

按《陕西省矿山地质环境治理恢复与土地复垦基金实施办法》（陕自然资规[2024]1757 号）监管要求，定期向自然资源主管部门报告基金的提取、使用情况，土地复垦工程的实施进展情况及下年度的复垦计划，确保复垦工程的全面完成。

接受省、市自然资源管理部门会同同级财政、环境保护主管部门对基金提取、使用及治理恢复与土地复垦工作情况按照“双随机、一公开”的方式进行动态监督检查。

四、资金保障

根据“谁损毁谁复垦”及“谁开发谁保护，谁破坏谁治理，谁投资谁受益”的原则，矿山地质环境保护与土地复垦资金来源为煤矿自筹。

严格按照《陕西省矿山地质环境治理恢复与土地复垦基金实施办法》（陕自然资规[2024]1757 号），矿山企业应在银行设立专用账户，单独设置矿山地质环境治理恢复与土地复垦基金科目，每月按照原矿销售收入、开采矿种系数、开采方式系数、地区系数等综合提取基金。

基金计提数额=原矿月销售收入×矿种系数×开采系数×地区系数

弘建煤矿开采矿种为煤炭，根据通知要求，各系数取值如下：

矿种系数取 1.4%（煤炭），开采系数取 1.2（允许塌陷，机械化综采）、地区系数取 1.1（陕北地区）。

按照弘建煤矿提供的原煤售价　　元/吨计算，近期煤矿开采提取基金数额见表 8.4-1。

表 8.4-1　弘建煤矿近期各年提取基金一览表

月均销售（万吨）	销售价（元/吨）	矿种系数	开采系数	地区系数	月提取基金（万元）	占销售收入比例	元/吨

按照《基金实施办法》，本矿吨煤计提基金费用约为　　　元/吨（煤价按照府谷县同类煤矿 2024 年平均售价　　元/吨计算），本方案估算吨煤投资小于计提费用。因此，本矿基金数额依据《基金实施办法》计算提取，提取费用为　　元/吨。

矿山地质环境治理与土地复垦基金应按照“企业提取、政府监管、确保需要、规范使用”的原则进行管理，建立矿山地质环境治理与土地复垦基金财务管理与会计核算办法，做好基金使用项目费用成本会计核算与财务信息报告。制定专项资金使用″五专″（专项、专户、专用、专账、专人负责）责任制。

基金适用范围如下：

（1）因矿山建设和开采引发、加剧的矿山崩塌、滑坡、泥石流、地面塌陷及地裂缝、地形地貌景观与含水层破坏、地表建构筑物与植被损毁等保护和治理恢复的支出；

（2）因矿山建设和开采造成的土地资源损毁等复垦的支出；

（3）矿山地质环境与土地复垦监测和管护工程的支出；

（4）矿山地质环境治理恢复与土地复垦工程勘查、设计、竣工验收等的支

出。

府谷县弘建煤矿有限公司将按年度对矿山地质环境治理恢复与土地复垦基金提取、使用情况进行内部审计，并将审计结果于每年的 12 月 31 日前报送府谷县自然资源主管部门审计或复核。

五、效益分析

弘建煤矿矿山地质环境治理与土地复垦工程实施后，将降低因煤矿开采引发的不稳定地质体失稳、地形地貌景观破坏以及土地资源损毁等造成的经济损失，尽可能恢复被破坏的植被，有效治理土地资源破坏，遏制矿山生态环境的日趋恶化，有效改善矿区内及周边居民的生产、生活环境，打造绿色矿业，促进当地社会经济协调发展，同时展现一定的社会效益。

1、社会效益

矿区地质环境保护与土地复垦，一方面可以减少和预防不稳定地质体失稳后对人民生命财产的威胁，另一方面随着对矿区矿山地质环境保护与土地复垦，可以补充部分当地居民的就业岗位，增加农民的收入，加快当地的农村建设，缩小城乡差距，有利于社会的团结和稳定，促进社会进步；同时可以改善矿区的局部生态环境，保证煤矿开发和生态环境之间的可持续发展，在一定程度上缓解了人地关系的压力，促进社会和谐发展，具有明显的社会效益。

2、环境效益

通过预防和治理斜坡变形破坏及地面沉陷等不稳定地质体，复垦耕地、林地、园地、草地等各类型土地 1023.74 hm^2、保护含水层，将使区内土地资源得到良好利用，植被得到恢复、增加，改善区内地质环境质量，合理适当的监测、管护措施，吸引周边动物群落的回迁，增加动植物群落多样性，实现动植物生态系统的多样性和稳定性。具有良好的、长远的环境效益，能够促进经济和社会的可持续发展。因此，生态环境效益是显著的。

3、经济效益

土地复垦工程的经济效益体现在直接经济效益和间接经济效益两个方面。其中，直接经济效益是指通过土地复垦工程对土地的再利用带来的农业产值，复垦后的耕地，提高耕地的质量，增加农作物的产量。间接经济效益是通过土地复垦

工程实施而减少的对环境破坏等需要的生态补偿费。

本项目通过土地复垦后，本方案预计复垦耕地增加 21.37 hm^2、草地增加 2.76 hm^2，直接经济效益按照耕地每年 2 万元/hm^2，草地每年 0.5 万元/hm^2 的纯收入计算，复垦后每年可新增直接经济效益约 44.12 万元，经济效益显著。

六、公众参与

为了解本工程项目所在区域公众对本工程项目的态度，在方案编制前，根据已经掌握的情况和方案所涉及的难点和重点，制定了前期公众参与计划（表 8.6-1），编写了项目调研大纲及公众参与调查表；在作了充分准备的基础上，根据公众参与计划及调研大纲，有计划、分步骤开展了调研工作，以全面了解矿区公众对地质环境与土地复垦的详细意见。

在矿方的支持与配合下，编制单位走访了伙赖沟村，朱太沟村等煤矿内涉及到的村庄及相关工矿企业，对项目进行了公示（照片 8.6-1）。向当地居民及企业工作人员详细介绍了项目的性质、类型、规模以及国家相关矿山地质环境与土地复垦政策，如实向公众阐明本项目可能产生的地表塌陷及土地损毁；介绍项目投资、建成后的企业带来的经济效益以及对促进地方经济发展的情况，同时征求了村民、企业工作人员、村、镇及县各级政府管理人员对土地复垦的意见。



(a) 孛岇村公众调查（镜向 NW）



(b) 移民村公众调查（镜向 SE）

照片 8.6-1　公众参与调查

根据当地的经济、文化水平，确保被调查人员对土地复垦及该煤矿建设项目有一定的了解。通过散发公众参与调查表及张贴公告的形式，问卷调查对象包括项目影响区的土地权属人。

通过散发公众参与调查表（表 8.6-1）及张贴公告的形式，向评估区内各方共发放调查表 52 份，收回有效问卷 51 份，回收率 98%。从调查表反馈结果来看，公众对煤矿开采后开展地质环境保护与土地复垦的整体满意度呈积极支持态度，但对于矿区地质环境保护亦提出了一些建议。这一结果表明，煤矿在保障开采效益的同时，所开展的地质环境治理与土地复垦工作初步获得了多数公众的认可，但在细节落实、利益关联群体需求响应等方面仍存在一定的提升空间。同时对问卷综合分析认为：周围群众大多认为弘建煤矿的建设能促进当地经济的发展，希望尽快搬迁安置村民，并对后期村民农业生产提供应有的帮助，在后期开采也采取相关措施减少对土地及周边环境的影响，同时要积极推进矿山地质环境保护与土地复垦工程的实施。同时各村、镇及县各级政府管理人员对弘建煤矿在矿山地质环境治理及土地复垦方面的计划工作也提出了众多宝贵且具有建设性的意见，如提高开发式治理工程的影响效应，将开发式治理的目的不局限于单一的改善自然环境，更应拓展促进当地乡村经济发展的功能。

根据调查问卷统计结果，对调查内容分析如下：

（1）土地复垦以恢复原有土地利用现状为主，特别是要恢复旱地耕种功能；

（2）植被恢复选择当地物种，例如：樟子松、旱柳、新疆杨、紫穗槐、柠条等。

（3）建议煤矿招工尽量照顾当地居民，促进当地经济发展。

表 8.6-1　矿山地质环境保护与土地复垦方案公众参与调查表

府谷县弘建煤矿有限公司弘建煤矿

矿山地质环境保护与土地复垦方案公众参与调查表

一、被调查人基本情况					
姓名		性别		年龄	
文化程度	□大学及以上　□高中　□初中　□小学及以下				
所在行政村					
职业		电话			

二、调查内容		
1	您对国家关于矿山地质环境保 护与土地复垦的政策了解程度	A有所了解　B不了解
2	您认为该项目开发可能造成的 生态环境影响是什么	A林草退化　B浅层水资源减少 C耕地减少　D塌陷影响　E其他
3	矿山开发引发地质灾害对您影 响最大的是(多选)	A道路破坏　B房屋开裂 C饮水困难　D供电不畅
4	您希望将受损土地复垦为那种地类(多选)	A耕地　B林地 C草地　D原地类　E其他
5	当地植被恢复最适宜的品种 (多选)	A小叶杨　B紫穗槐　D柠条 F草木樨　G紫花苜蓿　H其他
6	建议采用何种矿山地质环境保 护与土地复垦措施(多选)	A土地平整　B充填裂缝　C改良土壤 D植被恢复　E工程拦挡　F其他
7	您希望矿山地质环境保护与土地复垦后达到的目标(多选)	A恢复原貌　B比原有生态环境有所改善 C能够有经济收益　D保持现状　E其他
8	您对该项目的态度是	A积极支持　B支持　C反对
9	您对该项目矿山地质环境保护与土地复垦有何建议	

调查人：　　　　调查人电话：　　　　调查时间：

第九章　结论与建议

一、结论

（一）矿山地质环境影响评估

1、评估级别

弘建煤矿为井工开采的大型矿山，核定生产能力 1.20 Mt/a，评估区为重要区，地质环境条件复杂，评估级别为一级。

2、现状评估

现状条件下，评估范围内有不稳定斜坡 3 处（BP1~BP3）及地面沉陷 1 处（CX1）。经过分析，不稳定斜坡 BP1、BP2 及 BP3 危险性中等，矿山地质环境影响程度较严重，地面沉陷（CX1）危险性中等，矿山地质环境影响程度较严重。此外，采矿活动对含水层影响和破坏较严重；工业场地、进场道路场外部分、高位水池及道路对地形地貌景观的影响程度严重。再者，现状条件下评估区水土环境质量受影响程度较轻。全区共划分 3 级 7 个不同影响程度区，其中：2 个严重区，总面积约 0.194 km^2，占评估面积的 1.12%； 4 个较严重区，面积 3.548 km^2，占评估区的 20.54%；较轻区 1 个，面积为 13.258 km^2，占评估区总面积的 78.34%。

3、预测评估

预测评估采矿活动引发的地面沉陷对煤矿地面工程、村庄、工矿企业地面建构筑物影响程度较轻，对采区范围内未设煤柱保护的道路影响较严重，对采区地表输变电线路影响较严重。预测矿山开采对含水层的影响较严重。预测地面采矿活动引发的沉陷影响地面标高、地表坡度和完整性，但不会破坏整体地形地貌景观，影响程度较轻。预测采矿活动对水土环境质量影响较轻。全区共划分 2 级 20 个不同影响程度区，其中：19 个较严重区，面积 0.445 km^2，占评估区的比例 2.57%；1 个较轻区，面积 16.825 km^2，占评估区的比例 97.43%。

（二）矿山土地损毁预测与评估

1、已损毁土地

（1）压占损毁

煤矿已压占损毁土地包括工业场地非不动产登记区、进场道路的场外部分及通高位水池道路，共计 12.31 hm^2。

（2）沉陷损毁

沉陷损毁主要由前期煤矿开采形成的采空区造成的土地沉陷损毁，主要分布于二盘区北侧 23101-23107 工作面地表及 23111 及 23112 工作面地表。占地面积 352.74 hm^2，包括轻度损毁 217.22 hm^2，中度损毁 135.52 hm^2。

（3）地面工程废弃损毁

煤矿井田范围内因村庄搬迁，遗留了长方梁村废弃宅基地，同时伙赖沟新村持续建设将东侧临时便道废弃，造成损毁土地面积 2.86 hm^2。

2、拟损毁土地

本着“远粗近细”的原则，根据开发利用方案地面工程建设、采区划分及采区接续计划，考虑采区开采的完整性和土地复垦工程的可操作性，将本方案采矿服务年限分为 2 个时段。1 时段拟损毁 436.85 hm^2，均为轻度损毁，2 时段拟损毁面积 509.50 hm^2，其中轻度损毁面积 445.82 hm^2，中度损毁面积 63.68 hm^2。方案服务期内拟沉陷损毁面积 994.91 hm^2，其中轻度损毁面积 821.17 hm^2，中度损毁面积 173.74 hm^2。

（三）矿山地质环境治理分区与土地复垦责任范围

1、矿山地质环境治理分区

根据《DZ/T0223-2011》标准附录 F，并遵循“就上原则”将评估区划分为重点防治区（Ⅰ）、次重点防治区（Ⅱ）和一般防治区（Ⅲ），共 3 级 26 个区块，其中：2 处重点防治区，总面积 0.194 km^2，占总恢复治理区面积的 1.12%；23 处次重点防治区，总面积为 3.993 km^2，占总恢复治理区面积的 23.12%；1 处一般防治区，总面积约 13.083 km^2，占总恢复治理区面积的 75.76%。

2、土地复垦责任范围

复垦区是由永久性建设用地、临时压占损毁土地、地面工程废弃损毁土地及受采矿沉陷影响损毁土地组成。本项目中永久性建设用地包括主工业场地不动产登记区、生活福利区不动产登记区、排矸场不动产登记区及高位水池不动产登记区，临时压占损毁土地包括工业场地内非不动产登记区、进场道路场外部分及通

高位水池道路，地面工程废弃损毁土地包括长方梁村废弃宅基地及伙赖沟新村东侧临时便道，面积共计 22.30 hm^2。沉陷损毁土地包括已损毁和拟损毁土地，已沉陷损毁土地面积为 352.74 hm^2，拟损毁土地面积为 994.91 hm^2，扣除重复损毁面积为 346.21 hm^2，实际沉陷损毁土地面积为 1001.44 hm^2。综上，复垦区面积为 1023.74 hm^2。复垦责任范围由不留续使用的永久性建设用地以及其他损毁土地构成，本项目中永久性建设用地在煤矿闭坑后均不留续使用。故复垦区与复垦责任范围一致，复垦责任范围面积 1023.74 hm^2。

（四）矿山地质环境治理与土地复垦工程

1、矿山地质环境保护与土地复垦预防措施

（1）对于矿区现状条件下存在的不稳定斜坡类不稳定地质体，采取工程治理措施，避免其对人员及建构筑物造成危害；

（2）及时回填采空区，避免或减少采空塌陷和地裂缝的发生；

（3）预留煤柱，对重要建（构）筑物处留设保护煤柱，能够避免或减缓矿山地质环境问题的产生和影响程度，减少治理工程和费用。

2、矿山地质环境治理工程

部署了近期（2025－2029 年），中期（2030－2048 年）和后期（2049－2056 年）矿山地质环境治理工程。

近期矿山地质环境治理工程：对不稳定斜坡 BP1、BP2 及 BP3 实施支挡治理，对已受损的通长方梁旧村道路及通板深沟道路开展维修，对近期采煤沉陷拟受损道路及输变电线路开展维修。

中期矿山地质环境治理工程：对沉陷区受损道路开展维修，受损高压输变电线路维修，低压输电线杆扶正。

后期矿山地质环境治理工程：封闭主斜井、副斜井、回风斜井。

3、矿区土地复垦工程

对已沉陷损毁土地实施复垦，对长方梁村废弃宅基地与伙赖沟新村东侧临时便道开展复垦治理。复垦措施包括：充填工程、土壤剥覆工程、拆除及清理工程、平整工程、道路工程、林草恢复工程、监测工程和管护工程。

4、矿山地质环境监测工程

编制了矿山地质环境监测方案，部署了不稳定地质体防治类监测点 29 个，其中包括对一处不稳定斜坡及一处人工边坡设置 GNSS 自动化监测，此外建立采区地表沉陷 GNSS 监测系统；布设含水层监测点 4 个；水环境监测点 2 个；土壤环境监测点 4 个；每年进行 1 次地形地貌景观及生态系统遥感监测。

5、矿区土地复垦监测与管护

土地复垦监测主要包括原地表监测、土地损毁监测和复垦效果监测，其中复垦效果监测包括土壤质量监测、复垦植被监测、复垦配套设施监测及农作物产量监测。本方案共布置了原地表监测点 15 个，监测次数 15 次；土地损毁监测点 35 个，监测次数 1980 次；土壤质量监测点 35 个，监测次数 205 次；复垦植被监测点 35 个，监测次数 175 次；复垦配套设施监测点 33 个，监测次数 165 次；农作物产量监测 32 个，监测次数 320 次。

复垦管护园地面积 13.17 hm^2，林地面积 163.48 hm^2，草地面积 658.16 hm^2。

（五）矿山地质环境治理与土地复垦经费估算

本方案矿山地质环境保护与土地复垦总费用 17030.03 万元，其中矿山地质环境保护估算经费 7413.82 万元；土地复垦估算经费 9616.21 万元；矿山可采储量为　　　万吨，吨煤投资　　　元；复垦责任区范围 1023.74 hm^2，亩均投资 6262.14 元。

近期矿山地质环境保护与土地复垦总费用 4531.04 万元，其中矿山地质环境保护估算经费 1984.36 万元；土地复垦估算经费 2546.68 万元。

二、建议

1、按照“绿色矿山建设”标准，继续打造环境生态化矿山，积极推进煤矿进入陕西省绿色矿山名录。

2、本方案不代替矿山地质环境恢复治理与土地复垦工程施工图设计，对本次评估的矿山不稳定斜坡，仅对其进行了初步的方案设计，具体治理工程实施应委托具有资质的单位进行专项设计与治理。

3、炸药库所在的沟道由矿方前期填埋弃渣弃土形成了高位平台，沟口堆积形成一处高陡人工边坡，当前仅在坡脚设置了挡墙、格构及排水等工程。但边坡

由较为松散的渣土组成，且坡体高度较大，建议委托有资质的科研单位或高校对其进行安全性分析及评价。

4、应坚持边开发、边治理的原则开展矿山地质环境保护与土地复垦工作。加强煤矿开采过程中的地质环境监测和土地复垦监测，提前做好突发事件的应急处置工作。建议矿山企业编制专门的监测方案作为本方案的补充。

5、后期矿权范围、开采方式或产能等发生重大变化，需重新编制本方案。